

346.898

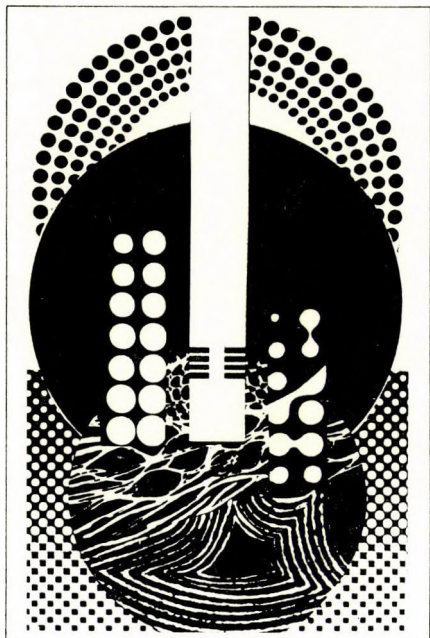
2

15
1973

**MŰSZERÜGYI ÉS
MÉRÉSTECHNIKAI
KÖZLEMÉNYEK**

15

A JOBB EMBERI KÖRNYEZETÉRT



a környezetvédelem
szennyvíztisztítás
antibiotikum gyártás
erjedési iparok
halgazdaságok stb.
korszerű mérőeszköze



radelkis

ELEKTROKÉMIAI MŰSZERGYÁRTÓ

Vevőszolgálat:

Tel.: 688-452

Értékesítési Osztály:
687-040

folytatott küzdelemhez felzárkózik a

radelkis

az

OLDOTT OXIGÉN MÉRŐ

készülékével, amely a természetes és ipari vizek oldott oxigén
tartalmának meghatározására és hőmérsékletének mérésére szolgál



OH-501

Méréshatárok:

oxigéntartalom 0...200% O₂ (légtelítettségre vonatkoztatva)
hőmérséklet 0... 50 °C

Reprodukálhatóság:

oxigéntartalom ±1%
hőmérséklet ±1 °C

Válaszolási idő 30 s

**MŰSZERÜGYI ÉS
MÉRÉSTECHNIKAI
KÖZLEMÉNYEK**

15.szám

1973

Magyar Tudományos Akadémia
Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat

Szerkeszti: a Szerkesztőbizottság

Felelős szerkesztő: dr. Solti Mihály

Technikai szerkesztő: dr. Nagy Guidó

Lektorálták:

Hargittay Emil, dr. Horváth János és dr. Lukács Gyula

E számunk munkatársai:

CECH VILMOS, okl. gépészmérnök; GÖRGÉNYI LÁSZLÓ, csoportvezető; MILLEI LAJOS, technikus; NEMES ZOLTÁN, okl. mg. mérnök; SALLAY LÁSZLÓ, okl. gépészmérnök; dr. SOLTI MIHÁLY, okl. vegyészmérnök; dr. STOKUM GYULA, okl. villamosmérnök, a műszaki tudományok kandidátusa; SZENTIRMAI ENDRE, okl. gépész- és villamosmérnök; VECSEI ISTVÁN, okl. villamosmérnök

dr. BACSÓ JÓZSEF, tudományos munkatárs (MTA Atommag Kutató Intézet); dr. BEREZ ISTVÁN, fizikus (MTA Atommag Kutató Intézet); BOHÁTKA SÁNDOR, fizikus (MTA Atommag Kutató Intézet); BUCSKY GYÖRGY, tudományos csoportvezető (MTA Műszaki Kémiai Kutató Intézet); dr. GÁL SÁNDOR, egy. docens (MTA Kémiai Tanszéki Munkaközösség, BME Általános és Analitikai Kémiai Tanszék); KISS ZOLTÁN, tudományos munkatárs (MTA Műszaki Kémiai Kutató Intézet); MUZSNAY LÁSZLÓ, okl. gépészmérnök (MTA Központi Fizikai Kutató Intézet); NEMESHEGYI GÁBOR, egy. tanársegéd (MTA Kémiai Tanszéki Munkaközösség, BME Általános és Analitikai Kémiai Tanszék); PRÓBÁLD VILMOS, tervező (MTA Központi Fizikai Kutató Intézet); RUBECZ MIHÁLY, okl. villamosmérnök (MTA Atommag Kutató Intézet)

A kiadásért felel: dr. Stokum Gyula igazgató

Készült az MTA Kutatási Ellátási Szolgálatának sokszorosító üzemében — 736105

Felelős vezető: Szabó Gyula

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

TARTALOMJEGYZÉK

<i>Dr. Stokum Gyula: Szolgáltatunk szerepe az országos műszer- és mérés technikai el- látottság megjavításában</i>	5
 Kutatófilmzés	
<i>Nemes Zoltán: A kutatófilmzés 10 éve az MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szol- gálatánál</i>	9
<i>Cech Vilmos — Muzsnay László — Próbald Vilmos: Atomreaktor biztonságvédelmi szervoberendezéseinek mérése nagysebességű filmmel</i>	15
 Mérésszolgáltatás	
<i>Szentirmai Endre: Vezérelhető nyomatékátvitel forgógépeknél</i>	21
<i>Vécsei István: Saját fejlesztésű, Hall-hatás alapján működő teljesítmény- és $\cos \varphi$- mérőegységek</i>	35
<i>Millei Lajos: A 2...100 000 Hz frekvenciatartományba eső akusztikus jelek mérési lehetőségei</i>	45
<i>Sallay László: A távhőszolgáltató központok és felhasználó-rendszerek üzemvitelének automatizálása korszerű elektronikus egységekkel</i>	61
 Műszerkataszteri tájékoztató	
<i>Dr. Solti Mihály: Nyilvántartott nagyértékű műszerek</i>	67
 Hazai műszerújdonóságok	
<i>Dr. Bacsó József — dr. Berecz István — Bohátka Sándor — Rubecz Mihály: Az MTA Atommag Kutató Intézetében kifejlesztett műszerek</i>	69
<i>Dr. Gál Sándor — Nemeshegyi Gábor: Az MTA Kémiai Tanszéki Munkaközösségénél kifejlesztett hőmérsékletprogramozó készülékek</i>	73
<i>Bucsky György — Kiss Zoltán: Az MTA Műszaki Kémiai Kutató Intézetében kifejlesz- tett készülékek</i>	77
 Külföldi műszerújdonóságok	
<i>Korszerű mérőműszerek a levegő- és vízszennyezettség vizsgálatára Összeállította: dr. Solti Mihály és Vécsei István</i>	79
 A kölcsönműszerpark szaporulata	
<i>Összeállította: Görgényi László</i>	85

Szolgálatunk szerepe az országos műszer- és mérés technikai ellátottság megjavításában

Figyelembe véve azokat a potenciális lehetőségeket, amelyek a kutatás és fejlesztés műszer-ellátottságával kapcsolatos szolgáltatásainkban rejlenek, már 1966-ban felmerült annak igénye, hogy a Szolgálat egy olyan műszerügyi és mérés technikai szolgáltató centrumnak legyen a magja, amely volumenében és összetételében jobban igazodik a tényleges igényekhez. Ez az akkori személyi- és eszközállomány többszörösére való felfejlesztését jelentette, aminek megvalósítása több lépésben látszott csak elérhetőnek.

Személyi, feladatköri és szervezeti stabilizáció

1966-ban az új vezetés célul tűzte ki, hogy legkésőbb az új gazdasági mechanizmus első évének, 1968-nak a végéig, az addigi tevékenységet felülbírálván, kialakítja a perspektivikus feladatkört, ehhez létrehozza a megfelelő szervezeti konstrukciót, megerősíti a Szolgálat fő tevékenységi ágainak vezetését és személyi állományát. Minden személyi és eszközi, morális és anyagi lehetőséget mozgósítani kellett akkor a stabilizációra, a belső rend megteremtésére, a Szolgálat életképességének bizonyítására.

Kitűzött céljaink megvalósításánál kezdetben gyakran ütköztünk nehézségekbe a Szolgálaton belül és ügyfeleink körében egyaránt. Belső problémáinkhoz tartozott például, hogy eleinte dolgozóink között aránylag sokan voltak olyanok, akik nem tudták vagy nem akarták telje-

síteni az előző időszakhoz képest magasabb követelményeket. Másrészt egyes ügyfeleink számára sokáig visszatérő probléma volt, hogy a korábbi gyakorlattól eltérően elhárítottuk az olyan műszerek beszerzésére, ill. kölcsönzésére vonatkozó igényeket, amelyek nem tartoztak a szükséges és mobilizálható műszerek kategóriájába.

Miután több jele volt annak is, hogy a kutatás és fejlesztés vezető szakemberei szolgáltatásainkat és eredményeinket illetően gyakran nem rendelkeznek megfelelő tájékozottsággal, újólág elkezdtük a Szolgálat tevékenységeiről informáló kiadványnak, a „Közlemények”-nek rendszeres megjelentetését.

Végül is azonban a gazdálkodás irányítása új rendjének első évét úgy kezdhettük el, hogy már megvalósítva tudhattuk a Szolgálat stabilizációjával kapcsolatos célkitűzéseinket.

Gazdálkodásunk hatékonyságának a teljes mértékű önfenntartás színvonalára emelése

1968-ban úgy terveztük, hogy a teljes mértékű, az amortizációt is magában foglaló önfenntartást 1975-ig kell elérnünk. Műszerállományunk összetételét megvizsgálva, az átlagos elhasználódási időt 8 évre becsültük. Amortizációs költségeinket így évi 12⁰/₀-kal számolva, elemzéseinkből az derült ki, hogy régi árainkkal összköltségeinknek csak kb. 25⁰/₀-át tudjuk bevételeinkből fedezni. Felül kellett vizsgálni tehát egész

árkalkulációs rendszerünket és szolgáltatási feltételeinket is. Úgy gondoltuk, ha ehhez még ki tudjuk alakítani a korábbinál sokkal hatékonyabb belső anyagi ösztönzés lehetőségét, az 1975-ös határidő reális.

Az 1969-ben bevezetett új kölcsönzési feltételek a nagyobb árbevételt biztosították, és módot adtak a differenciáltabb, a keresettség foktól, műszaki állapottól stb. függő kölcsöndíjakra, valamint a kölcsönállomány forgási sebességének felgyorsítására. Nagymértékben csökkentek a műszerkölcsönzések során tapasztalható egy helyen való, 6—8 éves leragadások. Új kölcsönzési feltételeink és általában szolgáltatási áraink, melyek az amortizációs költségek beépítésével megemelkedtek, túlnyomórészt megértésre találtak partnereinknél. A reális árkialakítás mellett bevételeink fokozására ugyanakkor feltártuk további belső tartalékainkat is. Ezt nagymértékben elősegítette az, hogy anyagi ösztönzési lehetőségeinket szorosan összekapcsoltuk az egyes tevékenységek gazdálkodási eredményeivel. 1969-ben az akkor már mikrogazdálkodási rendszerben dolgozó osztályaink műszerállományuk bruttó értékének 6⁰/₀-át bevételeikből fedezték. Ezt az eredményességet évről évre fokozva, 1972-ben már a 12⁰/₀-kal számolt amortizációt is meghaladta a bevételeinkből képzett beruházási alap. A teljes mértékű önfenntartást célzó igyekezetünket nagymértékben terhelték rendkívül rossz elhelyezési viszonyaink, és műszerbeszerzéseink tőkés deviza háttérének megoldatlansága. Erőfeszítéseink, melyekkel elhelyezési és deviza problémáink megoldását szorgalmaztuk, hosszú ideig eredménytelenek voltak. 1966 és 1971 között a szintentartó beruházáshoz szükséges devizakeret töredékét kaptuk csak meg.

Végül is főhatóságunk segítségével 1972-re deviza problémánk megoldódott, elhelyezési gondjaink enyhítésére is jelentős lépések történtek. A végleges elhelyezésünket biztosító, mintegy 5000 m² hasznos területű és kb. 80 millió Ft-os építési költségű szolgáltatóházunk beruházási programját főhatóságunk jóváhagyta, a tervező és kivitelező kapacitást, továbbá az építkezés költségeit is biztosította. Az építkezés befejezésének 1978—79-es határidejére tekintettel főhatóságunk — átmeneti fejlesztésként — 1974 végére mintegy 1500 m²-es területbővítésre nyújtott lehetőséget a Szolgálatnak.

Szolgáltatásaink volumenének a tényleges igények szintjére emelése

Alapos elemzés alapján a kutatás és fejlesztés mai igényeit perspektivikusan vetítve, szolgáltatásaink volumenét legalább három-négyeszeresére kell növelni. Mivel ezek az igények túlnyomó többségükben nem akadémiai intézmények, hanem a népgazdaság legkülönbözőbb ágazatai részéről jelentkeznek (az akadémiai részesedés szolgáltatásainkból 10—15⁰/₀ között mozog), ki lehet jelenteni, hogy a fejlesztés az egész népgazdaság célját szolgálja, és így annak megvalósítása népgazdasági ráfordításokat igényel. Összességében ez azt jelenti, hogy a jelenlegi 130 millió Ft bruttó értékű műszerállományunkat 400 millió Ft bruttó értékre kell növelni, ami 270 millió forint, 3,2 millió dollár deviza háttérrel rendelkező, központi támogatásként adott fejlesztő beruházást jelent. Elhelyezési viszonyaink alakulását tekintve ezt 1983-ig, tehát kb. tízéves időtartam alatt látjuk megvalósíthatónak. Elképzeléseink szerint a fejlesztő beruházás mintegy 75—80⁰/₀-át a kutatás és fejlesztés által legjobban keresett kölcsönműszerek számának növelésére, a maradék részt pedig a különböző mérés-technikai szolgáltatások és a szerviz tevékenység eszközellátottságának fokozására kell fordítani.

Azt, hogy a Szolgálat ilyen mértékű fejlesztése népgazdasági érdekekhez fűződik, a következő néhány gondolat is alátámasztja.

Az elmúlt években többször is érte már bírálat a kutatás és fejlesztés műszerellátottságát. Sajátságos módon ugyanakkor az is többször felvetődött, hogy az országos műszerállomány nincs kellően kihasználva. Nézzük meg, hogy a legtriviálisabb megoldást: a beruházási összeg növelését nem számítva, milyen módokon lehet általában javítani a műszerellátottságot.

a) Gazdaságossági paraméterek szem előtt tartása, vagyis csak olyan műszerek beszerzése útján saját beruházásból, amelyek maximális kihasználtsága biztosítva van. (Az esetenként, rövid időre szükséges műszerekhez kölcsönzéssel kell hozzájutni.)

b) A meglévő műszervagyon műszaki állagá-

nak jobb ellenőrzésével (megfelelő karbantartás és gyors hibaelhárítás).

c) Kellő átgondoltság a műszer típusának és az alkalmazott mérés technikai módszernek a megválasztásánál (műszaki jellemzők, szervizellátottság stb. figyelembe vétele).

Ha sorra vesszük néhány szolgáltatásunkat, arra a következtetésre kell jutnunk, hogy ezek mindegyike közvetlen kapcsolatban van a műszerellátottság megjavításával.

Műszerkölcsönzés

Tapasztalataink szerint a kutatásban és fejlesztésben használt műszerek mintegy 15—20%-a olyan jellegű, hogy csak rövid ideig használják. Az ilyen, esetenként szükséges műszerek kategóriájába azokat soroljuk, melyek az átlagosan 8 évi teljes elhasználódási idő alatt összesen 8—10 hónapig vannak használatban. Tehát az ilyen jellegű műszerek kihasználtsága csak kb. 10%-os. Ez egyúttal azt is jelenti, hogy ha ugyanezeket a műszereket egy központi helyen — kölcsönzéses formában — tesszük hozzáférhetővé, akkor a műszerek kihasználtsága egy *nagyságrenddel* nagyobb lesz. Ehhez feltételezzük a folytonos használatot is, amit a központi hely megfelelő anyagi ösztönzésével gyakorlatilag biztosítani lehet. A kihasználtságra vonatkozó előbbi megállapítás meglehetősen tűnik. Az előző megfontolások mellett azonban gondoljunk csak napjaink műszerberuházási gyakorlatára, a sokszor igen gazdaságtalan önellátásra törekvésre, és máris belátható, hogy minden, az elhasználódási idejéhez képest a kutatás és fejlesztés számára rövid időre szükséges műszer, ha a Szolgálatnál van elhelyezve, megfelelő kölcsönforgásnál a használati érték szempontjából valóban kb. 10 műszernek felel meg.

Itt kell megemlíteni az egyes intézmények tulajdonában lévő, időlegesen kihasználatlan műszerek kooperációs kölcsönzésének a lehetőségét. A jelenlegi néhány millió Ft értéket képviselő kooperációs műszervolumen a Szolgálat fejlesztésével és egy, az intézményeknél személyekre lebontott anyagi ösztönzési rendszer megteremtésével, kb. 30—50 millió Ft-os értékre lehet növelni.

Mérés technikai szolgáltatások

Mérés technikai szolgáltatásaink a műszerkölcsönzéstől egyfelől abban különböznek, hogy az esetenkénti mérési igény kielégítésekor műszert is, és mérés technikai szakembert is rendelkezésre bocsátunk. Másfelől azonban a szakmai igények megnövekedése magával hozta, hogy mérés technikai szolgáltatásaink (pl. mérések végzése, kutatófilmek készítése stb.) jelentős hányadában ma már tervezési, fejlesztési, műszer technikai és mérés technikai feladatokat is megoldunk. Adott műszerparkunkkal tehát egyrészt rutinjellegű méréseket végzünk, másrészt ezekben a témakörökben szakvéleményt nyújtunk, új mérési módszereket dolgozunk ki, meghatározott célra szolgáló műszert, valamint esetenként szabályozástechnikai rendszereket tervezünk és kivitelezünk. E tevékenységek végzése tehát szintén a műszerellátottság, a mérési feladatok gyorsabb és szakszerűbb végrehajtásának javítása érdekében folyik, és a műszerkölcsönzésnél mondottakhoz hasonlóan népgazdasági hasznot jelent.

Szerviz

A különböző külföldi gyártmányú műszerek üzembehelyezése, garanciális és garancián túli szervize és a rendszeres üzemeltetési szaktanácsadás, amelyeket több külföldi cég szervizképviselte keretében látunk el, jelentős hozzájárulás a nagyértékű import mérőműszerek üzemeltetésének folytonosságához, állaguk megőrzéséhez. Tekintettel arra, hogy az ilyen jellegű igények évről évre fokozódnak, kielégítésük érdekében a személyi és műszaki feltételek nagymértékű fejlesztését tervezzük.

Szaktanácsadás

Mérési feladat megoldásához szükséges műszerberuházásnak vagy a leggazdaságosabb mérő módszer kiválasztásának előfeltétele egy központilag hozzáférhető, korszerű műszeradatokkal és árakkal rendelkező információs szolgáltatás. E szaktanácsadási munkához, sokszor áttételesen, de mindig fűződik gazdasági eredmény, megtakarítás, pénzben és időben egyaránt.

A nagyértékű műszerek és mérések központi nyilvántartása: az országos műszerkataszter, amelyet a szaktanácsadási munka keretében országos érvényű rendelet alapján vezetünk, szintén központi forrása a műszerek kooperációs kölcsönzésével, a műszerek beruházás előtti vizsgálatával, a nagyműszerek telepítésével kapcsolatos információszerzésnek. Ez a szolgáltatásunk is a műszerellátottság állandó javítása irányában hat és tovább fejlesztendőnek tartjuk.

*

Megállapíthatjuk, hogy a műszerellátottság megjavítására, a műszerállomány kihasználtsá-

gának fokozására a Szolgálat fejlesztésén keresztül tett központi erőfeszítések hatékonysága megsokszorozódik. Minden reményünk megvan a jövőben arra, hogy a kapott állami támogatásra, valamint a már kialakított, és előbbiekben részletesen kifejtett gazdaságossági elveinkre támaszkodva, az elkövetkezendő időszakban eredményesen tudjuk segíteni a hozzánk forduló szakembereket. További erőfeszítéseinkben, napi munkánkban természetesen számítunk ügyfeleink támogatására is.

Dr. Stokum Gyula
igazgató

KUTATÓFILMEZÉS

A kutatófilmzés 10 éve az MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálatánál

A kutató és fejlesztő munka egyik új ágát, a film felhasználását mérés-technikai és információ regisztrálási célra kutatófilmzésnek nevezzük. A nemzetközi értelmezés szerint *kutatófilmzés* az a tevékenység, amikor egy feladat megoldásához különleges vagy normál filmtechnikát használva, valamely jelenséget fényérzékeny anyagra rögzítünk és az így kapott információt értékeljük. A kutatófilmzés körébe soroljuk még a valamely kutatásról vagy műszaki fejlesztési feladatról film felhasználásával készített olyan dokumentumszerű összeállítást is, amely végigvezet bennünket a tevékenység egyes fázisain, megismertet az alkalmazott módszerrel.

A Magyar Tudományos Akadémia felismerte a kutatófilmzés szükségességét, és Műszerügyi Szolgálat keretében, 1962-ben megindította a különleges filmtechnikai eszközök beszerzését. A Szolgálat kezdetben csak kölcsönözte ezeket a berendezéseket. Hamarosan világossá vált, hogy ez a megoldás nem gazdaságos. A berendezések üzemeltetéséhez különleges nyersanyagokat kellett beszerezni, a műszerek kezeléséhez szakértelemre, a filmek kidolgozásához megfelelő körülmények biztosítására volt szükség. Mindezt lassan és körülményesen tudtuk megvalósítani a különböző kölcsönzési helyeken.

Ezért a Műszerügyi Szolgálat 1963 áprilisában *Kutatófilm Részleget* szervezett. Az önálló csoport igényfelkeltő propagálására Kutatófilm Ankétot és Eszköztechnikai Kiállítást rendezett a Technika Házában. Újabb berendezéseket

szerezett be, filmnyersanyag raktárt hozott létre, felvette a kapcsolatot az elszártan működő hazai kutatófilm csoportokkal; nemzetközi kapcsolatokat teremtett, így lehetővé vált a tapasztalatcsere.

Az MTA Elnöksége 1964-ben az OMFB Film Állandó Bizottsága javaslata alapján *Országos Kutatófilm Központ* megalakítását határozta el, melynek feladata a kutatófilmzés hazai kiépítése, szervezése. A Központ feladatainak ellátását a Kutatófilm Részlegre bízták. Az OMFB anyagi támogatásával újabb fontos és fejlett berendezéseket szereztünk be a japán, szovjet, német, csehszlovák, angol, amerikai ipar különleges filmtechnikai célokat szolgáló berendezéseiből. Megindulhatott a kutatófilmzés erőteljesebb hazai felhasználása ipari és kutatási célokra.

A legnagyobb gond a Központ elhelyezése és az üzemszerű működéséhez szükséges egyéb feltételek biztosítása volt; problémát okozott a megfelelő szakemberek toborzása és képzése is.

Az OMFB Film Állandó Bizottsága 1966-ban *A műszaki tudományos kutatófilmzés technikai bázisának kialakítása* címmel 97 oldalas tanulmányt készített. Ez előtt nem jelent meg a kutatófilmzéssel kapcsolatban hazai helyzetfeltáró összefoglalás. A tanulmány részletesen kifejti az irányelveket és módszereket; felsorolja a kutatófilmzés területeit és eszközeit. A tanulmány iránymutatása szerint folytatódott az Országos Kutatófilm Központ szervezése. A tanulmány a tényleges helyzetből kiindulva java-

solta a Központ és a hozzá csatlakozó munkahelyek fejlesztését, és ezzel a kutatófilmmezés hazai lemaradásának felszámolását.

Előrehaladás volt szakirodalmi téren, hogy megjelent W. G. Hyzer: *Mérnöki és tudományos nagysebességű fényképezés* című könyvének magyar nyelvű kiadása, majd kiadásra került Dékány Sándor, a műszaki tudományok doktora összeállításában készült *A kutatófilmmezés alapjai* című jegyzete, amely a Mérnöki Továbbképző Intézet kétféléves tanfolyamának anyagát tartalmazza.

Az 1962—1967 közötti évek

A Kutatófilm Részleg kutatófilmmezési (mérési, filmkészítési és szolgáltató) munkái az iparfejlesztési, biológiai, orvosi, mezőgazdasági és egyéb témakörökben évről évre szaporodtak. A megbízások évek szerinti megoszlását az 1. táblázat mutatja.

1. táblázat

Kutatófilmmezési megbízások száma 1962—1967 között

	1962	1963	1964	1965	1966	1967
Megbízások száma	18	25	34	38	48	107

A végzett munkák három csoportba sorolhatók:

1. az egész feladatot a Kutatófilm Részleg oldja meg: önálló kutató, oktató, műszaki fejlesztést szolgáló filmek, film-analizisek készítése stb.;
2. a megrendelőt műszeres-szolgáltatásokkal segíti a Részleg: vetítőszolgálat, mágnescsíkozás, Polaroid képrögzítés, hangosítás, Robot-automata fényképezés stb.;
3. a Részleg kölcsönzi a filmtechnikai eszközöket, fényképezőgépeket, lámpákat, felvevőket, vágóasztalt stb.

A Részleg műszerállományának értéke 1967-ben meghaladta a 12 millió Ft-ot, a létszám 12 fő volt. Munkáját 1969-ig csak költségvetési támogatással végezte, mert jelentős amortizációs terheit tisztán bevételeiből fedezni nem tudta.

Az 1962-től 67-ig terjedő szakaszban a Kutatófilm Részleg tehát arra törekedett, hogy felkeltse az igényeket, valamint szolgáltatás formájában lehetővé tegye az igénylők számára berendezései használatát. Ez a kezdeményezés gazdasági szempontból is figyelemre méltó volt, mert ezáltal a többségében tőkés devizát igénylő különleges filmtechnikai beruházások nem szétosztottan, hanem egy helyen koncentráltan jelentkeztek, és ezáltal kihasználhatóságuk a szolgáltatási rendszerű üzemeltetés mellett lényegesen jobb volt.

Az 1968—1972 közötti évek

Az OMFB tanulmányban javasolt nagyobb arányú fejlesztés 1968-tól csökkentett iramban haladhatott. Az új gazdaságirányítási rendszer bevezetése átmenetileg nem tette lehetővé például a végleges elhelyezést, valamint a költségvetésből történő további fejlesztést. Az időközben *Kutatófilm Osztály* elnevezéssel működő szervezeti egységnek 1969-től összes fenntartási költségeit bevételeiből kellett fedeznie, beleértve a kezdetben csökkentett amortizációt is. 1972-ben az amortizáció a műszerállomány értékének már 12⁰/₀-a volt. Ez a kötelezettség nem kis feladat elé állította az Osztályt. Az amortizációs kötelezettségek több mint 1 millió forintot jelentettek évente. A megrendelés-állományt ugrásszerűen kellett növelnünk. Szolgáltatásaink szélesebb körű megismertetésére még nagyobb súlyt kellett helyoznünk. 1968-ban a BNV MTA—OMFB pavilonjában eszköz- és filmbemutatót szerveztünk: 12 témakörben volt állandó vetítés.

A kutatófilmes eredmények országos propagálására a MTESZ Optikai, Akusztikai és Filmtechnikai Egyesület 1969-ben megrendezte az *I. Országos Különlegesfilmtechnikai Ankétot*, majd 1972-ben a *II. Országos Különlegesfilmtechnikai Ankétot*. Az ankétokon partnereink és az Osztály munkatársai 25—30 előadásban ismertették a kutatófilmes technika gyakorlati felhasználását. Felvilágosító munkánk eredményeként több intézmény, gyár arra az elhatározásra jutott, hogy gazdaságosabb, ha igénybe veszi szolgáltatásainkat és lemond filmtechnikai beszerzéseiről.

1970-től az Osztály szélesítette profilját, és

feladatainak célszerű ellátásához megbízással külső munkatársakat is alkalmaz. Így jelentősebb alapterületi bővülés és költségvetési támogatás nélkül is teljesíti bevételi előírásait. Bevezettük a *keretszerződéses* vállalási formát. Eszerint egy-egy megrendelő a különböző szolgáltatásokat éves viszonylatban egy munkaszámon igényelheti. Így mindkét félnél nagymértékben csökken az adminisztráció, bár ez a megoldás látszólag rontja működésünk számszerű adatait. A keretszerződéssel lehetővé tettük, hogy megrendelőink házi használatra, saját erőből önállóan készítsenek oktató és műszaki fejlesztési célú filmeket úgy, hogy minden szükséges filmtechnikai segítséget tőlünk kapnak. Megkapják a felvételekhez szükséges felszerelést és nyersanyagot; mi szervezzük a kidolgozást, valamint az utómunkákat. A szakfilmet tehát a megrendelő saját maga készíti beruházás nélkül, lényegesen kevesebb költséggel, mintha saját berendezéseit használná.

A 2. táblázat szemlélteti megbízásaink és bevételeink fejlődését az 1968–72. években. Ügyfeleink visszatérő jelentkezései azt mutatják, hogy elértük az eredetileg kitűzött célt: a *hazai kutatófilmzés bázisa lettünk*.

2. táblázat

Kutatófilmzési megbízások száma és bevétele
1968–1972 között

	1968	1969	1970	1971	1972
Megbízások száma	154	295	383	375*	333*
Bevétel ezer Ft-ban	1321	2575	4245	4207	4517

* Keretszerződésekkel együtt.

Az önfenntartási kötelezettség azonban problémákat is vetett fel. Nem tudtuk az Országos Kutatófilm Központ egyes funkcióit a tervezett időben kiépíteni; a „nemtermelő” tevékenységeket vissza kellett fejlesztenünk, nem rendelkeztünk önálló kutatási lehetőséggel, csak olyan munkákat vállalhattunk, ahol a megfelelő finanszírozási alap rendelkezésre állt. Működésünket tehát elsősorban a gazdaságossági szempontok irányítják.

1971-ben az OMFB támogatásával beszerzett

AGA Thermovision System, hőmérsékleteloszlást regisztráló berendezéssel új szolgáltatást vezettünk be. A berendezés -30 és $+200$ °C közötti hőmérsékletű pontokból álló tárgyak képét tudja rögzíteni. Mind műszaki, mind biológiai területeken igen kis hőmérséklet-különbségek kimutatására alkalmas.

1971-től felülvizsgáltuk műszerállományunkat: az Osztály által kevésbé kihasználható berendezéseket átadtuk másoknak. Ezzel segítettük a felhasználókat, és a megmaradó műszerállománnyal kb. 85%-os kihasználtságot értünk el. Az OMFB és az MTA devizakeretének növekedésével műszerparkunkat szinten tartottuk és korszerűsítettük.

Fokozatosan sikerült kiépítenünk a *nemzetközi kapcsolatokat* is. Az Osztály dolgozói tanulmányutak során személyesen is felvették a kapcsolatot a német, szovjet, angol, olasz, csehszlovák, lengyel, francia, holland, osztrák, svájci, spanyol, román, amerikai kutatófilm szakemberekkel. Munkatársaink részt vettek, filmjeikkel szerepeltek a legnagyobb nemzetközi szakmai fórumnak tekinthető *High-Speed Photography Kongresszusokon*, a *Nemzetközi Tudományos Filmegyesület (AICS) Kutatófilm Szekcióülésein és Kongresszusain*, a *Moszkvai Fotográfiai Kongresszuson*, a *Brnói Nemzetközi Oktató-Kutatófilm Kollokviumokon* stb. A tapasztalatcserék során több új módszer átadására és átvételére került sor, ami fokozza kutatófilm munkánk határfokát.

1972-ben az Optikai, Akusztikai és Filmtechnikai Egyesülettel együtt rendeztük meg az NSZK legnagyobb tudományos filmközpontja, a *Göttingeni Tudományos Filmintézet* 3 napos budapesti bemutatóját, amelyen 97 műszaki, biológiai és néprajzi kutatófilmet vetítettek le. A bemutató országos érdeklődést váltott ki, elsősorban felsőoktatási szempontból. Eredményeként OMFB, MTA és MM támogatással sikerült megvásárolni az *Encyclopaedia Cinematographica* 100 műszaki és 200 biológiai filmjét. Az EC munkájában 28 ország 422 kutatófilm szakembere vesz részt, 14 országban van teljes vagy részleges filmarchívum. A magyarországi archívum 1973-tól áll az érdeklődők rendelkezésére; kutatási és felsőoktatási célokra egyaránt használható.

1973-ban jelent meg a *Műszaki fényképezés és filmzés* című kézikönyv, amely a különleges

foto- és filmtechnika eszközeit és módszereit ismerteti; a szerzők között vannak az Osztály dolgozói is.

A Kutatófilm Osztály legfontosabb munkái

Célszerű az utóbbi évek néhány feladatát felsorolni. A feladatok sokrétűsége érzékelteti a megoldásukhoz szükséges munkánkat és tudományos erőfeszítéseinket.

Oktató-kutatófilmet készítettünk, illetve mérési feladatokat láttunk el az alábbi témakörökben, a zárójelben feltüntetett intézmények, gyárak stb. megbízására.

Villamos kontaktorok érintkező vizsgálata.
(VBKM)

Sajtólőszerszám számítógépes tervezésének alapkísérletei.
(MTA Automatizálási Kutatóintézet)

Ipari porelszívó berendezés áramlásának vizsgálata schlieren-technikával.
(Magnezitipari Művek)

Mikrokapcsolók vizsgálata.
(Kontakt Gyár)

Szalaglyukasztó mechanizmus vizsgálata.
(Elektronikai és Finommechanikai Kutatóintézet)

Ragasztott fejú, nagynyomású mélyfűrótlők fejlesztése.
(OVG)

Magnetofon motorok fordulatszám ingadozásának vizsgálata.
(BEAG)

Szerszámgépek számjegyes vezérlése.
(BME)

Szórófejek sugárhidraulikai vizsgálata.
(Agráregyetem)

Betakarítógépek konstrukciós vizsgálata.
(Kertészeti Egyetem)

Gyorslefutású ívjelenségek vizsgálata kontaktorokban.
(VKI)

Korszerű automata szövőgépek vizsgálata.
(MAFILM)

Méret pontos hengerlés ellenőrzése (szálfűzők kialakítására).
(Csepel Művek)

Kompresszor segédrelémechanizmus ellenőrzése.
(Hűtőgépgyár)

Villasmotor tekercsefejek elmozdulásának elemzése.
(Ganz Villamossági Művek)

Lövedék robbantó hatásának vizsgálata.
(Magyar Televízió)

Szemüveg és kirakatüveg törésének bemutatása.
(Magyar Televízió)

Mágneses memória-egység szalagtovábbításának vizsgálata.
(Elektronikai és Finommechanikai Kutatóintézet)

Hegesztőpisztolyokból kilépő gázáramok kúpszögének schlieren-eljárásos vizsgálata.
(Vegyiműveket Szerelő Vállalat)

Pneu-elemek működésének vizsgálata.
(MECMAN Finomszerelvénygyár, Eger)

Centrifugás ülepítés áramképeinek bemutatása.
(Mezőgazdasági és Élelmiszerügyi Minisztérium)

Köszörűkorong szemcséinek kopásvizsgálata.
(Gépipari Technológiai Intézet)

Xerox-gépek tárgyasztal-mozgásának mérése.
(Irodagép Értékesítő V.)

Szabad és zavart sugárban repülő vízcseppek sebességének és nagyságának mérése.
(Agráregyetem)

Állatok viselkedésének filmtechnikai vizsgálata.
(Állattenyésztési Kutató Intézet, Országos Állattenyésztési Felügyelőség)

Szívmozgás milliszekundumokra bontott analízise.
(Fővárosi Gyermekkardiológiai Központ, OMFB)

Prell-jelenségek megfigyelése és mérése.
(Kontakt Gyár)

Súrlódó alkatrészek felületkezelésének mikroszkópos bemutatása.
(KPM Filmstúdió)

Korróziós károk mikroszkópi bemutatása.
(ÁFOR)

Különböző PVC-porok szintézisvizsgálata.
(Műanyagipari Kutató Intézet)

Nagyteljesítményű oxigén-lándzsa acélfürdőre gyakorolt hatásának vizsgálata.
(Özdi Kohászati Üzemek)

Olajtámasztóláng tüzeléstechnikai vizsgálata.
(Mátravidéki Hőerőmű)

Különleges gyártmányok hegesztésének vizsgálata.
(Láng Gépgyár)

Beszédtechnikai vizsgálatok.
(Gyógynevelési Tanárképző Főiskola)

Sportolók mozgásanalízise.
(MBE és Sportfilm Stúdió)

Munkanap fényképezés szerelőszalagon.
(BRG Kecskeméti Gyáregysége)

Szöveti és sejti mozgások bemutatása.
(Labor MIM)

Gomba- és vírusfertőzött területek feltárása infratechnikával.
(MÉM Növényvédő Állomás)

Hőforrások feltárása infratechnikával.
(OVH Árvízvédelmi Szolgálat)

Kapcsolók, tekercsek, áramvezetők, biztosítók hőmérsékleteloszlási vizsgálata.
(VBKM, VKI Ganz Villamossági Művek)

Szárítóberendezés fűtőszálainak infratechnikai vizsgálata.
(Híradástechnikai Gépgyár)

Üveggyári kemencefal eróziójának vizsgálata infratechnikával.
(Salgótarjáni Üveggyár)

Járműborításkor fellépő deformációk vizsgálata.
(Ikarus Karosszériagyár)

Atomreaktor-fék biztonsági vizsgálata.
(MTA Központi Fizikai Kutató Intézet)

Indítómotor szerelőszalag munkanap felvétele (technológiai analízis).
(Kohó- és Gépipari Minisztérium Tervező Irodái)

Gázkonvektor szerelőszalagjának munkanap felvétele.
(KGMTI, Zománcipari Művek)

800 tonnás prés munkanap felvétele.
(KGMTI, Ikarus Karosszéria Gyár)

Mintavétel az élelmiszeriparban.
(MÉM Szakoktatási Felügyelőség)

3. táblázat

Egy-egy intézmény által feladott évenkénti megrendelések száma

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11—15	16—20	21—25	26—35
	db megrendelést adott													
1968	53	13	5	5	3	2	1	1	—	—	—	—	—	—
1969	67	28	6	5	2	1	1	5	2	5	4	—	1	—
1970	99	26	9	10	4	3	—	2	2	1	1	—	1	—
1971*	98	37	12	6	4	3	2	3	—	—	4	1	1	—
1972*	110	26	8	5	5	5	3	3	1	1	1	—	—	1

* Keretszerződéssel együtt.

Szolgáltatásaink igénybevétele

Igénybe vehető szolgáltatásainkról 1972-ben 36 oldalas részletes, képes tájékoztatót állítottunk össze, amely végigvezeti az olvasót a filmtechnikai és kölcsönzési szolgáltatásokon.

Az 1968-tól 1972-ig eltelt időszakban a Kutatófilm Osztály (Stúdió) összesen 404 intézménnyel, gyárral stb. állt kapcsolatban. A 3. és 4. táblázat érdekes összefüggéseket tartalmaz arra vonatkozóan, hogy egy-egy partnerünktől hány megrendelést kaptunk évente, és milyen volumenű munkákra szolt a megbízás.

4. táblázat

A megrendelések volumene szerinti megoszlás az 1968—1972. években

Értékhatárok	Megrendelők száma	Összeg eFt-ban
1000 Ft alatt	112	58
1—10 eFt között	147	681
10—50 eFt között	74	2597
50—100 eFt között	27	2094
100—200 eFt között	22	2929
200—500 eFt között	18	5304
500 eFt felett	4	2482

Működésünkről szóló összeállításunk nem teljes, mivel messzire vitt volna, ha az elmúlt 10 év során felmerült problémákat mind felsoroljuk. Célunk továbbra is az, hogy a kutatást, az oktatást és a műszaki fejlesztést gyors és gazdaságos kutatófilmes információrögzítési és analízisi módszerrel segítsük. Igyekszünk ezt a célt a legkorszerűbb berendezésekkel s a leg-gazdaságosabb módszerekkel elérni.

Nemes Zoltán



*Önállóan szeretnének filmet készíteni,
de nincs megfelelő felszerelésük?*

FIGYELEM! ——— SEGÍTÜNK!

Minimális adminisztráció — Operatív közreműködés

MINDENT EGY HELYEN!

Az MTA Műszerügyi Szolgálat Kutatófilm Osztályánál.

Ö n ö k :

- Feladnak egyetlen keretmegrendelést filmtechnikai részletmunkákra.

M i p e d i g

(kívánságuk szerint):

- rendelkezésükre bocsátunk
 - felvevőt (Arriflex, Bolex, ERK, Pentaflex, Cameflex gépet, különböző optikákkal, gumioptikával;
 - képstabilizátort légi- vagy autófelvételekhez;
 - univerzális állványokat és statívokat;
 - fényképezőgépeket;
 - megvilágító berendezéseket, speciális fénymérőket;
 - hazai vagy külföldi nyersanyagot;
- laborálási problémáikban segítünk;
- vágóasztalunkon (Steinbeck 16) összeállíthatják a musztert;
- elkészítjük a különleges filmtechnikai betéteket (lassítás, gyorsítás, mikroszkópos vagy schlieren-felvétel stb);
- a feliratozás sem probléma;
- biztosítjuk a mágneshangot;
- levetítjük a filmet a megadott helyen és időben.



MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA

KUTATÓFILM

Bp.V. Akadémia u.11. T: 116-820, 121-319

Atomreaktor biztonságvédelmi szervoberendezéseinek mérése nagysebességű filmmel

Az atommagok átalakulásakor keletkező energia, az atomenergia, békés felhasználása atomerőművekben történik. Az atomerőmű berendezések összessége, amelyek a maghasadásakor felszabaduló hőenergiából villamos energiát termelnek. A munkafolyamat hőmennyiségét az atomreaktorok szolgáltatják. Az atomreaktor nem más, mint a maghasadás szabályozott láncreakciójának megvalósítására alkalmas berendezés.

A Magyar Tudományos Akadémia Központi Fizikai Kutató Intézetében az 1972-es esztendő végén, a KGST nemzetközi kutató kollektívája tudományos tanácsának ülészaka alkalmából felavatták a ZR-6 jelű kritikus rendszert, más néven zéró-atomreaktort. Ez a ZR-6 kritikus rendszer a Szovjetunióban kifejlesztett VVER típusú erőművi reaktornak a működő modellje. A ZR-6 rendszerrel olyan kutatásokat akarnak végezni, amelyek hozzájárulnak az 1000 MW villamosteljesítményű VVER-1000 reaktor-típus végső kifejlesztéséhez. A Paks mellett felépülő atomerőmű első reaktora is VVER típusú lesz, kezdetben a 440-es, majd a későbbiekben előreláthatólag az 1000-es típus létesítésére is sor fog kerülni.

Az atomreaktorban lejátszódó fizikai folyamatok igen jelentős része majdnem ugyanúgy megy végbe egészen kis teljesítményen, mint az erőmű nagy teljesítménye mellett. Azért alkalmas a ZR-6 rendszer aktív zónája a kísérletek végzésére, mert számos jellemzője megfelel a VVER típusú erőművi reaktornak, de teljesít-

ménye mintegy százmilliószor kisebb. Ez magyarázza, hogy a zéró-reaktorokon végzett reaktorfizikai kutatások jól hasznosíthatók atomerőműveknél.

Atomreaktorszabályozás szervoberendezései

Az atomreaktor teljesítményének egyik szintről a másik szintre állítását vagy az állandó szinten tartását nevezzük a reaktor szabályozásának. Abban az esetben, amikor az üzemi jellemzők valamelyike olyan mértékben változik meg, hogy a reaktor veszélyes üzemállapotba kerülhet, a biztonságvédelmi automatika gyorsan leállítja a rendszert. A teljesítményszabályozás a *reaktivitás* változtatásával történik. Erre a leggyakoribb megoldás, hogy az aktív zónában a neutronelnyelő anyag mennyiségét változtatják. A mennyiségi változtatás legtöbbször a nagy neutronabszorpcióval rendelkező szabályozó vagy védelmi abszorbens rudak mozgásával történik. A ZR-6 reaktornál a bórkarbidból (B_4C) sajtolat abszorbens rudakat gravitációs erő juttatja a reaktor urántartalmú fűtőelemei közé.

A vékony sodronyra felfüggesztett abszorbens rudak lassú le-fel mozgását és leejtését a biztonságvédelmi üzemmódban viszonylag egyszerű, igen megbízható működésű szervomechanizmusok végzik, az elektronikus vezénylő rendszer logikai egységének parancsai szerint. Ugyancsak a mechanizmusok feladata, hogy az

eső rudakat az ejtési út végén kb. 6—7 cm úthosszon lefékezzék, de úgy, hogy azok folyamatosan lassulva, függőleges lengés nélkül álljanak meg [1].

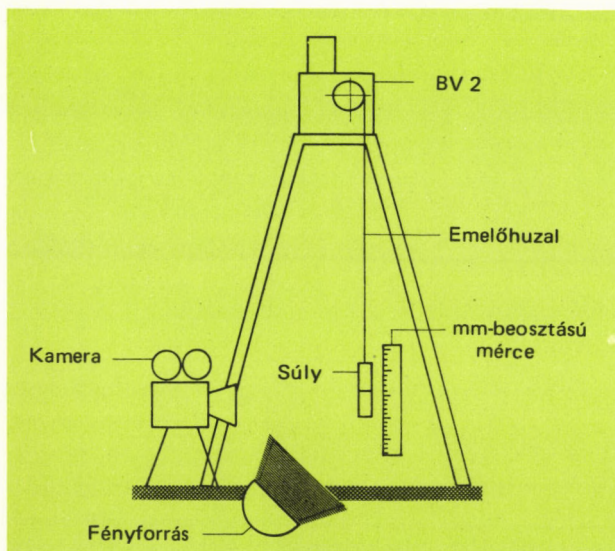
A fékezési folyamat rövid idő, kb. 40—90 ms alatt játszódik le, ezért pontos követése és elemzése hagyományos módszerekkel megbízhatóan nem oldható meg. A vizsgálat régebben főleg nagy pontosságú időmérésekre, tartós fárasztási próbára, és az azt követő mechanikus ellenőrző mérésekre, vagyis a szervomechanizmus komplex vizsgálatára szorítkozott [2, 3]. Ez azonban nem adott konkrét számszerű adatokat sem a fékezés lefolyásáról, sem az azt befolyásoló, a beépítés következtében fellépő különféle módosító tényezők hatásáról.

A módosító tényezők a következők:

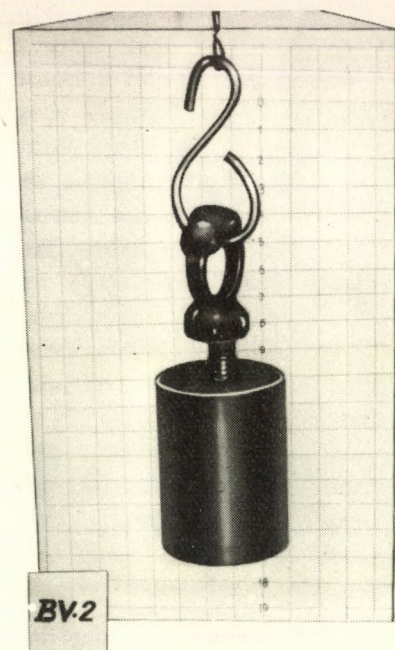
- a felfüggesztő huzal (sodrony) merevsége, egyenessége, hossza;
- a huzalvezető görgő(k) ellenállása;
- az abszorbens rúd súlya és geometriája;
- a rúd vezetése, valamint
- a mozgó rudat körülvevő közeg — jelen esetben víz — sűrűségének hatása.

Ezek hatása csak részben számítható, mert pl. a huzal egyenessége, vagy a rúd megvezetésének minősége, főleg több rúd esetében a minőségek azonossága, csak a szerelő személyzet szubjektív, tapasztalati megítélésén alapul.

A BV-6 típusjelzésű, a KFKI-ban kidolgozott



1. ábra. A próbapadon végzett mérések vázlata



2. ábra. Az 1,85 kg-os súly lassulása a mögötte lévő mm-papíron mérhető

biztonságvédelmi szervomechanizmusok említett legutóbbi alkalmazásakor a *nagysebességű filmfelvétel* segítségével mértük a fékmechanizmusok működését (1. ábra), mégpedig azonos, ill. különböző, de azonos paraméterekkel rendelkező készülékek eltérő viszonyok között mutatott viselkedésének összehasonlítása alapján.

Nagysebességű felvételeket készítettünk:

1. próbapadon, ideális körülmények között (etalonként);
2. a rendeltetési helyre beszerelve, a táblázatban feltüntetett feltételek mellett.

Rúd jele	Rúd súlya kg	Vezetés jellege	A huzal állapota	A huzal hossza m	Közeg
E	1,85	nincs	egyenes	1,5	levegő
Cd	1,85	nincs	egyenes	6,5	1. levegő 2. víz
H	1,2	laza	egyenes	6,5	1. levegő 2. víz
B	1,2	laza	kissé hullámos	6,5	1. levegő 2. víz
J	1,2	szorosabb	egyenes	6,5	1. levegő 2. víz

A próbapadon etalonként végzett mérésnél a próbasúlyról és skáláról készült képet a 2. ábra szemlélteti.

Lassulás mérés nagysebességű filmfelvételekről

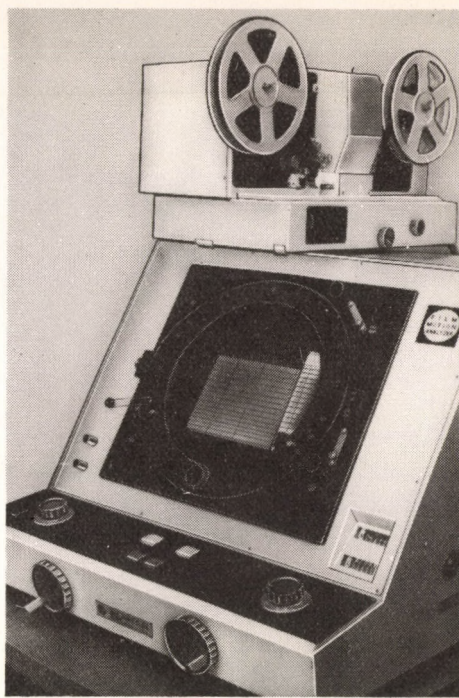
A legcélszerűbbnek látszott a szabadesés utolsó szakaszában fellépő sebességhez választani a képrögzítés sebességét. Számítások szerint ez 5000—6000 kép/s-nak adódott úgy, hogy a várható kisebb rezgések, illetve lengések is kellő részletességgel elemezhetők legyenek.

A japán HITACHI gyártmányú HIMAC 16 HM típusú nagysebességű filmfelvevő biztosította a számított képsebességet, s a hozzá csatlakoztatható szinkronizáló egységgel a filmfelvétel optimális szakaszára állítottuk be a védelmi rudat imitáló súlyok lassulását. A pontos értékelés alapja az 1000 Hz-es kvarcgenerátorról tüimpulzusokat adó időjeladó volt. Filmnyersanyagnak a jó vonalfelbontású és jól kiértékelhető ORWO NP 55 típusú negatívot használtuk. 5000 kép/s-os képsebességnél a nagysebességű kamera által készített minden egyes felvétel megvilágítási ideje $1/25\,000$ s volt [4].

A rövid megvilágítási idő alatt nagy fénymenyiséget kell a tárgyra összpontosítani, hogy az a filmen megfelelő feketedést eredményezzen. Az ilyen célra készült Xenon flash lámpát 7,5 kW teljesítménnyel használtuk.

Az ejtett súlyok mozgásának csak az utolsó 8—9 cm-es útja volt érdekes, mert a vizsgált mechanizmusok fékező hatása ezen a szakaszon érvényesült.

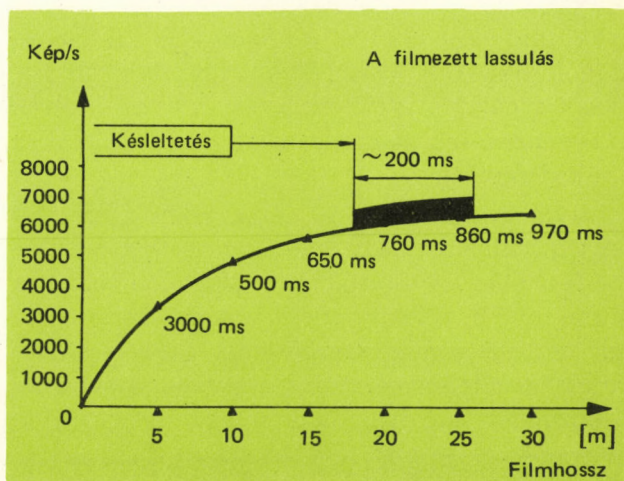
A kamera által a 16 mm-es filmre fényképezett kockák mérete $7,5\text{ mm} \times 10,2\text{ mm}$. A filmen a kicsinyítés mértéke mintegy 12×12 -es. A mozgó súly mellé helyezett milliméter papírról a leolvasást 1 mm-en belüli pontossággal végeztük. A felvételeket 55 mm-es objektívvel, 5,6-os rekesznyílással 1 m távolságról készítettük. A mérésekről készült filmfelvételeket normálsebességű, mintegy 250-szörös lassításban néztük végig, így a folyamat egészét meg tudtuk figyelni. A pontos, számszerű eredményeket csak a kockánkénti mérésekre szolgáló, Hitachi gyártmányú NAC film-analizátor segítségével nyerhettük (3. ábra). A film-analizátorral az x, y koordinátákat 15-szörös



3. ábra. A 16 mm-es filmek értékeléséhez használt x, y koordináta filmértékelő berendezés

nagyításban 0,05 mm-es pontossággal lehetett leolvasni. A képkockák értékelés alatti azonos helyzetét finombeállító gombokkal kell beszabályozni, s így minden egymást követő képkockán a mérés a legkisebb leolvasási hibával végezhető el.

A filmanalizátor képszámlálója segítségével a már kiértékelt képkockák leszámolhatók, előre-hátra menetben kikereshetők. Az értékeléskor



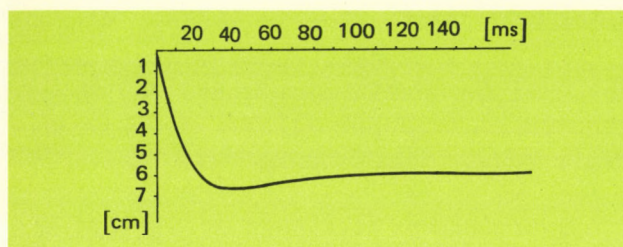
4. ábra. A nagysebességű filmfelvevő képsebesség-, filmhossz idődiagramja 5500—6000 kép/s felvételi sebességnél

az analízátor kockánként lép egyet, de programozható minden másodikkra, vagy 3—24-ik képkockára való lépés is. Az érdekes jelenség gyorsmenetben is végigtekinthető [5]. Az értékelő berendezés képmezőjében a teljes kép, a film mindkét szélével és a perforációkkal, a film szélén lévő időjellel együtt látható.

Az 1000 Hz-es időjel a 6000 kép/s sebességgel készült felvételen 6 kockánként található, s a kis fényfolt a képkocka magassági méretének egyötöd részénél kisebb pontossággal leolvasható.

A pontos, minden helyen történő időjel leolvasás azért fontos, mert a kamera álló helyzetből indul, s a felfutása nem lineáris, hanem folyamatosan növekvő sebességgel változik (4. ábra). Az azonos időléptékű diagram szerkesztéséhez a pontos leolvasás mindenkor elengedhetetlen.

Több mérésnél a nagysebességű filmről nyert minimális eltérést mutató görbék eredőjeként az 5. ábrán látható fékút diagramot kaptuk.

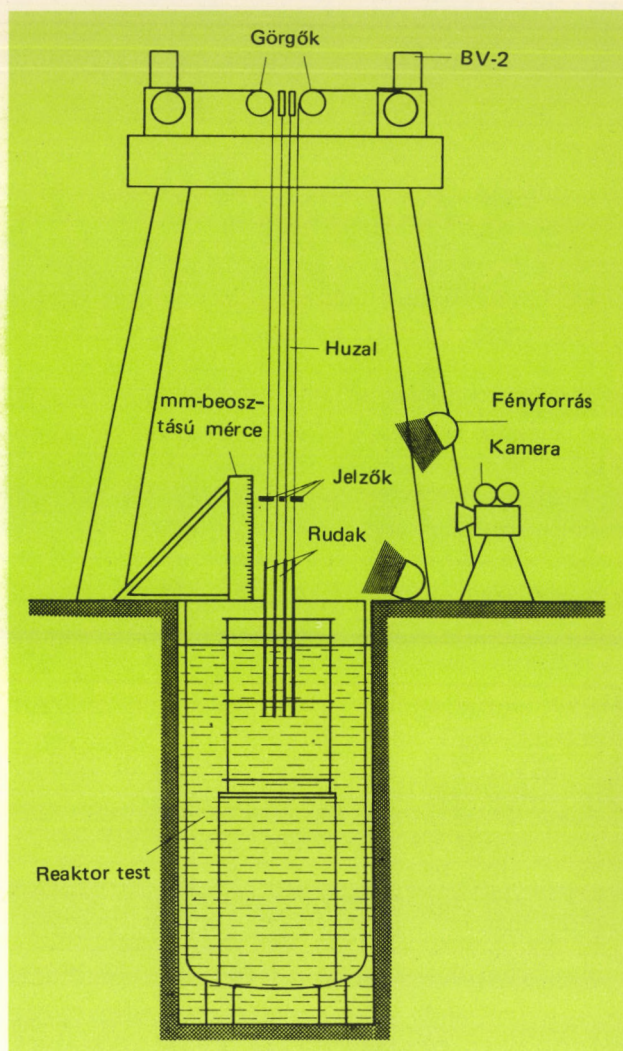


5. ábra. A próbapadon vizsgált kísérleti szervomechanizmusok lassulási diagramja

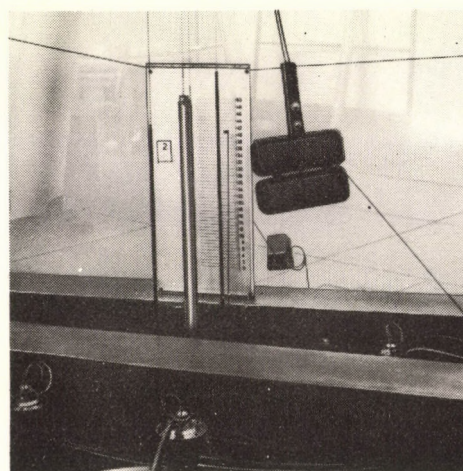
Ezután végeztük el a reaktorba különböző módon beszerelt készülékek nagysebességű filmes vizsgálatát. Az elrendezést a 6. és 7. ábra, a berendezések kapcsolásának tömbvázlatát a 8. ábra mutatja.

Mivel e közlemény fő célja, hogy a nagysebességű filmezés adta lehetőségeknek a nukleáris technika egy területén való alkalmazására mutasson rá, eltekintünk a vizsgált berendezések fejlesztésénél, szerelésénél felhasználható tanulságok felsorolásától, s a továbbiakban csak a közvetlen mérési eredményeket ismertetjük.

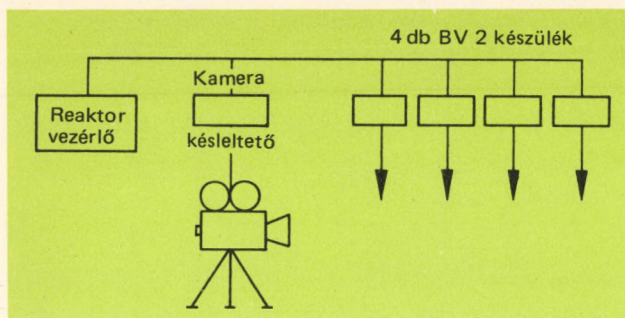
A diagramokon a táblázati adatok szerint szerelt egyes rudak levegőben és vízben mért fékút, görbéit, és az azonos léptékű etalon (zavaró körülmények nélküli) görbét ábrázoltuk.



6. ábra. A rendeltetési helyen végzett mérések elrendezésének vázlata



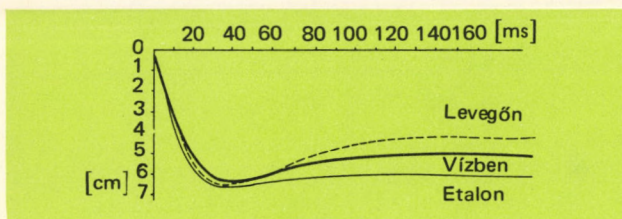
7. ábra. A mérésekhez használt beosztott mérce elhelyezése és a megvilágításhoz használt egyik 2 kW-os halogénlámpa



8. ábra. A reaktor vezérlő pultjáról indított mechanizmusok, és a késleltetve indított nagysebességű kamera kapcsolásának tömbvázlata

A táblázatban feltüntetett Cd-, H-, B- és J-jelű rudak mozgását a filmek kockánkénti értékelésével, az elmozdulások, lassulások időtartamát 0,5–0,6 ms pontossággal mértük meg és rajzoltuk a következő diagramokba. A rudak különböző jelei mind-mind valamilyen változatot képviselnek.

Cd-jelű rúd. Szerelése hibátlan, emelőhuzalja egyenes, megvezetése nincs. Súlya meg egyezik az etalon súllyal. Alakja hosszú cső, keresztmetszetéhez képest felülete nagy, hossz átmérő viszonya $l:d = 40:1$ (9. ábra). A diagramból látható, hogy fékezés után — az egyébként egyenes, de hosszú — emelőhuzal rugózása a rudat kissé visszaemeli. A visszaemelést a víz kb. a felére csillapítja.

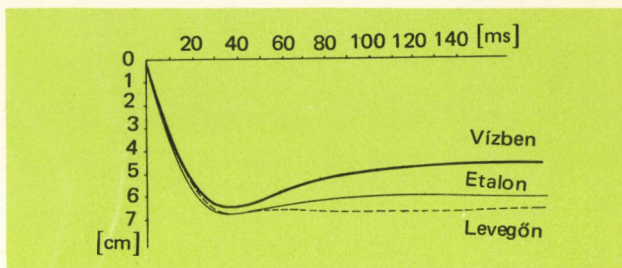


9. ábra. A reaktorba szerelt Cd-jelű rúd lassulás görbéje

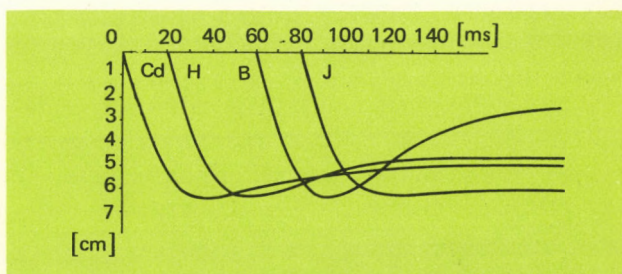
H-jelű rúd. Szerelése hibátlan, emelőhuzalja egyenes, megvezetése laza. Súlya az etalon súlynál mintegy 35%-kal kisebb. Alakja tömör rúd $l:d = 145:1$ viszonytal (10. ábra). A laza vezeték levegőben a visszaemelést csillapítja, vízben, részben a víz kenő hatása, részben felhajtóereje miatt a visszaemelések növekszik.

B-jelű rúd. Hibásan szerelt: az emelőhuzal kissé hullámos, megvezetése laza. Geometriája

H-val azonos (11. ábra). Fékezés után a rugózó emelőhuzal igen erősen visszaránt, amit a víz csak némileg csillapít.

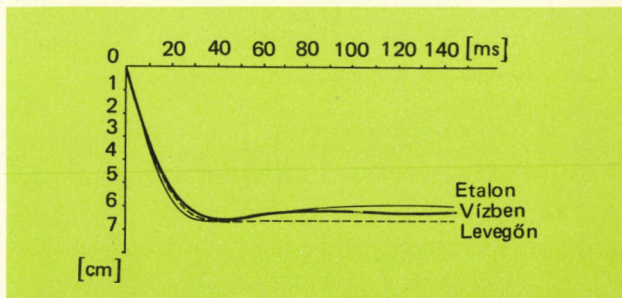


10. ábra. A reaktorba szerelt H-jelű rúd lassulás görbéje



11. ábra. Kissé hullámos emelőhuzalon levő rúd lassulás diagramja

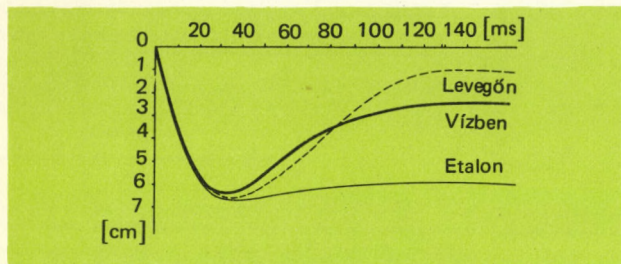
J-jelű rúd. Hibásan szerelt: a rúd kismértékű görbesége miatt a megvezetés szorosabb. Emelőhuzalja egyenes, geometria mint H-nál (12. ábra). A megvezetés hibája miatt a hosszú huzal hatása nem érvényesül, a visszaemelések minden esetben az etalon alatt marad.



12. ábra. A szorosabb megvezetés által okozott súrlódás a rudat károsan befolyásolja

A helyszíni nagysebességű filmfelvétel egyébként pontos képet ad az egyszerre indított vízbe eső rudaknak az első beérkezőhöz viszonyított

késéséről is (13. ábra). Az ábra görbéinek kezdőpontjai a fékezési szakaszok kezdőpontjaival egybeesnek.



13. ábra. A négy, egyidőben indított szervorendszer beosztás diagramja

A vizsgált szervomechanizmusok lassulás diagramjainak ismerete a reaktor építésével és üzemeltetésével foglalkozó szakemberek részére nagy biztonságot adott. A korábbi hagyományos módszerekkel végzett méréseket kiegészítették, pontosabbá, megbízhatóbbá tették a nagysebességű filmmel végzett vizsgálatok.

A fejlesztési munkáknál a mérés-sorozatunk elején a szervomechanizmus működéséről készített felvételek összehasonlítása a legutóbb készítettetekkel adták azt a gyakorlati eredményt, amit a továbbfejlesztés során a szükségessé váló módosításoknál alkalmaztunk.

Irodalom

- [1] Muzsnay L. és mások: ZR-2 kritikus rendszer. *KFKI Közlemények*, 13. k. 6. sz. 1965.
- [2] Muzsay, L., V. Próbald u. a.: Die Entwicklung von Havarienschutz- und Regelantrieben und Stabstellungsanzeigern für Kernreaktoren im Zentralen Forschungsinstitut für Physik. *Kernenergie*, 11/1970.
- [3] Bollok, L. F. Lévai; Some Special Units for Control and Safety Systems of a Zero Reactor. Előadás a Varsói Reaktorkonferencián. 1968.
- [4] Cech Vilmos: A nagysebességű képrögzítés helyzete és fejlődési irányai. *Műszerügyi és Méréstechnikai Közlemények*, 14. sz. 1973.
- [5] Hyzer, W. G.: Mérnöki és tudományos nagysebességű fényképezés. Bp., Műszaki Kvk. 1965.

Cech Vilmos — Muzsnay László —
Próbald Vilmos

MÉRÉSSZOLGÁLTATÁS

Vezérelhető nyomatékátvitel forgógépeknél

A gépelemek egyik önálló csoportját alkotják a nyomaték-teljesítmény átvitelére szolgáló tengelykapcsolók. Az oldható csúszórendszerűek közül a mérési és szabályozási célokra csak azokat a típusokat vehetjük számításba, melyek nyomatékátvitelére valami módon beállítható, illetve vezérelhető. A tengelykapcsolók ezen típusai fékként is használhatók. Az alábbiakban áttekintjük az ezekhez a típusokhoz tartozó különböző működésű rendszereket, összehasonlítva alkalmazási lehetőségeiket. Részletesen foglalkozunk a villamos vezérlésűekkel, melyek a címbe szereplő céloknak a legjobban megfelelnek, és a Mérésszolgáltatós Osztályunkon megoldott különféle szabályozástechnikai problémákban is az utóbbi évben gyakran szerepeltek.

Változtatható nyomatékátviteli tengelykapcsolók

Az állandó kapcsolatot létesítő merev, kiegyenlítő és rugalmas tengelykapcsolók jól ismertek. Az alakzáró elven működő (pl. körmös-, dugós-, Oldham-tengelykapcsolók), valamint az erőzáró rendszerű (pl. kúpos-, kétkúpos-, Renn-féle, Dohmen—Leblanc-féle, Hill-féle, Triumph—Weston-féle) tengelykapcsolók alkalmazására gyakran találunk lehetőséget. Utóbbiakkal hajtó és meghajtott tengely közötti kapcsolat bontható. Teljesítmény-, nyomatékátvitel szabályozásról azonban ezeknél sem beszélhetünk.

Szabályozási célokra azok a tengelykapcsolók

alkalmasak, melyek teljesítmény- illetve nyomatékátvitelére vezérelhető. Ezeket nyomatékátvitel szempontjából így csoportosítjuk:

- a) mechanikus,
- b) hidrosztatikus és hidrodinamikus,
- c) indukciós,
- d) mágnesporos tengelykapcsolók.

Mechanikus nyomatékátvitel alatt értjük, hogy a tengelykapcsoló az előírt nyomatékot mechanikai súrlódásos kapcsolattal hozza létre.

Hidraulikus nyomatékátvitel esetében a közvetítő közeg a munkafolyadék. A hidrosztatikus tengelykapcsolóban a munkafolyadék nyomása, hidraulikusban ennek mozgási állapotváltozásai (tömeg-, impulzuserők) fejtik ki a teljesítmény- illetve nyomatékátvitelhez szükséges erőhatásokat.

Elektromágneses nyomatékátvitelnél a teljesítmény-, nyomatékátadás mechanikus kapcsolat nélkül történik, gerjesztett mágnes tér energiája alakult át mechanikává.

Nem elegendő csak a fenti szempontból csoportosítani ezeket a tengelykapcsolókat, hanem figyelembe kell venni a *vezérlési módot* is, ez lehet:

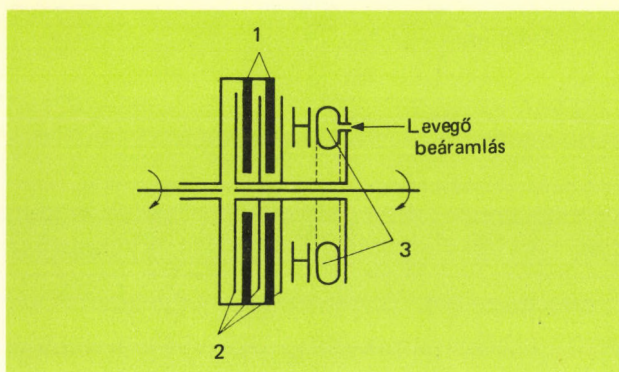
- a) pneumatikus,
- b) hidraulikus,
- c) villamos.

Elképzelhető elektromechanikus és elektro-, hidraulikus-, pneumatikus szervorendszerrel vagy ezek kombinációjával létrehozott vezérlés

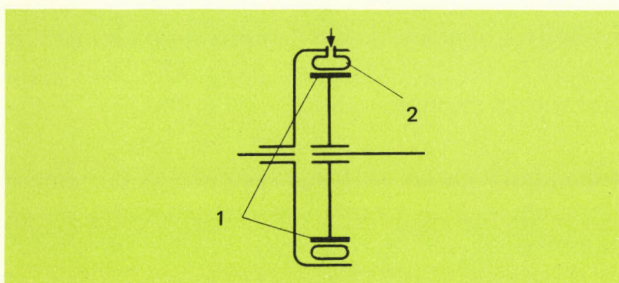
is, ezek a hibridrendszerek azonban alkalmazás-technikailag nehézséget okoznak. Itt a működési és vezérlési lehetőség szerint szétválasztva tárgyaljuk az egyes típusokat.

Pneumo-mechanikus rendszerű tengelykapcsolók

Az ide sorolható tengelykapcsolókban a nyomatékot mechanikus sűrűdésos kapcsolattal viszik át. A működtetés légnyomással történik. Egy légkompresszorból csővezetéken és egy nyomásszabályzó szelepen átáramló levegőnyomás a rendszerrel együttforgó nyomóelem (dugattyú, gumitömlő vagy diafragma) segítségével a sűrűlő elempárokat egymáshoz szorítja. Jellemző szerkezeti megoldásait látjuk az 1. és 2. ábrán.



1. ábra. Tárcsás elrendezésű pneumatikus tengelykapcsoló
1 — fékanyag; 2 — mozgó lamellák; 3 — pneumatikus nyomóelem



2. ábra. Hengeres elrendezésű pneumatikus tengelykapcsoló
1 — fékanyag; 2 — pneumatikus nyomóelem

A pneumatikus rendszerben végbemenő folyamatok a gázdinamika törvényeit követik. A pneumatikus nyomóelemben kialakuló nyomás vál-

tozása az átvitt nyomatékot módosítja. Szabályozás szempontjából a nyomás—nyomaték jelleggörbe adja a legfontosabb tájékoztatást. Sajnos, ennek egyértelmű meghatározása nehézségekbe ütközik. Ugyanis a nyomás változásának sebessége nagy szerepet játszik. Nagysebességű nyomásváltozás esetében a működtető gáz (levegő) állapotváltoztatása adiabatikusnak, míg kis sebességűnél izentropikusnak tekinthető. Kísérleti mérések azt mutatják, hogy a nyomásváltozás és az általa előidézett pneumatikus elem nyomó irányú elmozdulásának időbeli változása a 3. ábra szerint megy végbe.

A szabályozás szempontjait figyelembe véve vizsgáljuk meg ezt a tengelykapcsoló típust. Sok tényező korlátozza alkalmazhatóságát. A szabályozáshoz szükséges energia közvetítője gáz (levegő). Ennek állapotát a nyomás, térfogat és hőmérséklet határozza meg. A pneumatikus elemben kialakuló nyomás változása nyomaték-változást idéz elő, ezért fontos ezen paraméterek közül a nyomást vizsgálni.

Feltételezzük, hogy a nyomás változása izentropikus. A kritikus nyomásviszony:

$$\varepsilon_{kr} = \frac{P_{kr}}{P_0} = \left[\frac{2}{\kappa + 1} \right]^{\frac{\kappa}{\kappa - 1}} \quad (1)$$

Ha a kompresszió-sebesség a hangsebességet eléri, nyomáshullámok keletkeznek. Ez elkerülhető, ha adiabatikus állapotváltozás esetén $\varepsilon_{kr} = 0,607$ értékre méretezünk; $\varepsilon_{kr} = 0,528$ izentropikusnál. A keletkező nyomáshullámok rontják a szabályozást. A sűrűlő mechanikus kapcsolat bizonytalan. A sűrűlőerő a sűrűlősi tényezőtől függ. Ha a szlip változik, úgy ez nem állandó érték. Az átvihető maximális nyomaték:

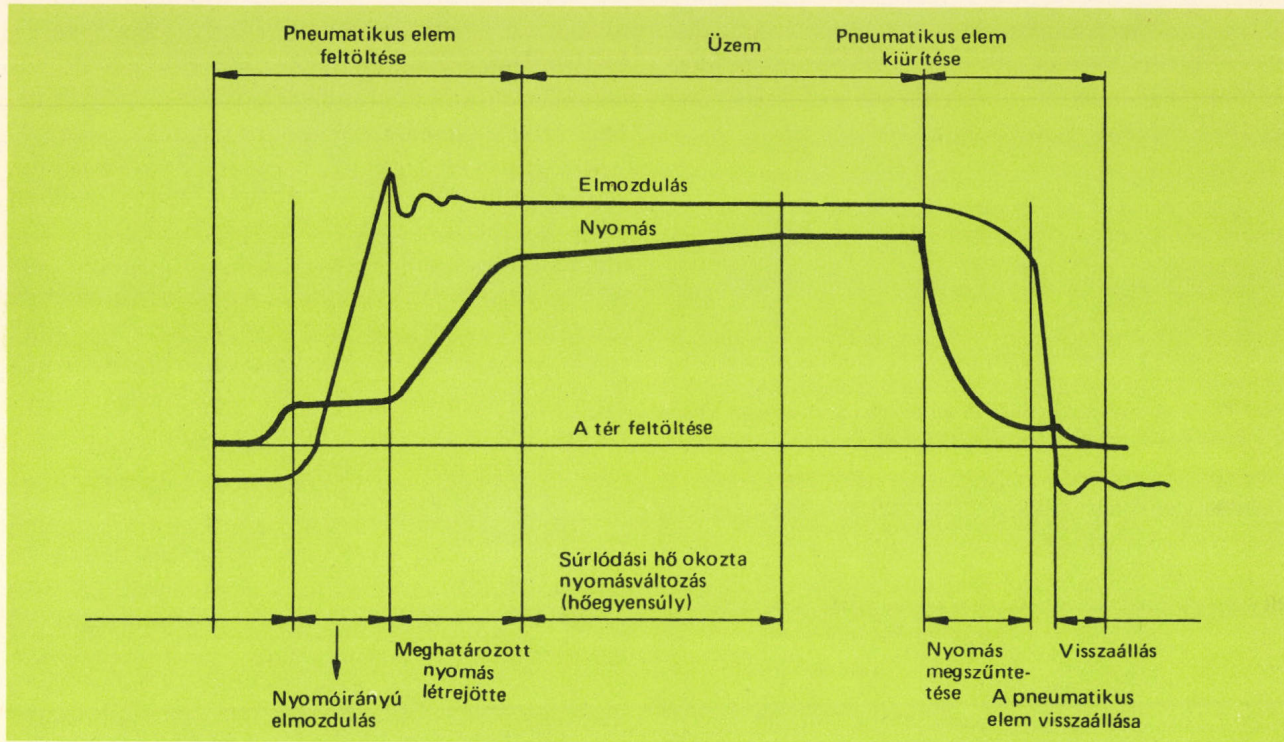
$$dM = \mu p_{meg} r dA \quad (2)$$

ahol a dM az elemi nyomaték,
 μ a sűrűlősi tényező,
 p_{meg} a sűrűlő felületek között megengedhető felületi nyomás,
 dA elemi felület,
 r az elemi felület távolsága a forgástengelytől,

továbbá

$$dM = \mu p_{meg} r^2 dr \quad (3)$$

Körgyűrű felületet feltételezve, a belső kör át-



3. ábra. Pneumatikus elem nyomóirányú elmozdulása és a nyomás időbeli változásai

mérője d , a külsőé pedig D . Ebben az esetben a kapcsolónyomaték:

$$M = 2\pi z \mu p_{meg} \int_{d/2}^{D/2} r^2 dr = \frac{\pi}{2} z \mu p_{meg} (D^3 - d^3) \quad (4)$$

ha z a súrlódó felületek száma.

Látható, hogy a kapcsolónyomaték a súrlódási tényezőtől is függ. A súrlódási tényező a megcsúszás pillanatától kezdve a

$$\mu = c_1 \sqrt{\frac{v_r}{tp}} \quad (5)$$

összefüggés szerint változik,

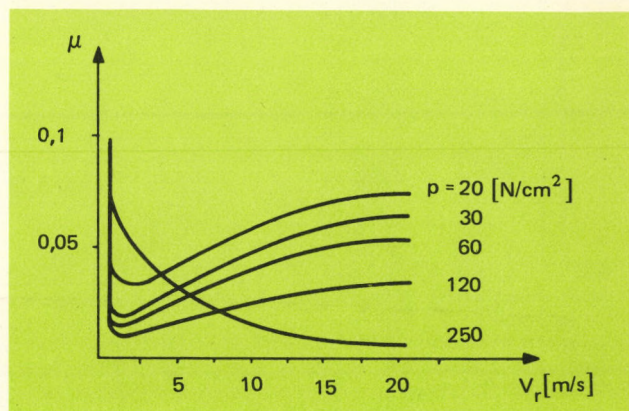
ahol c_1 arányossági állandó,
 v_r a súrlódófelületek közötti relatív sebesség,
 t a súrlódó felületek hőmérséklete,
 p felületi nyomás.

A 4. ábra olajozott fémfelületek közötti súrlódási tényező változását szemlélteti.

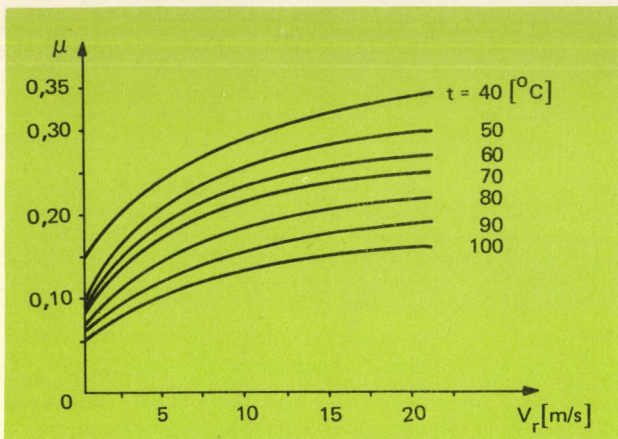
Az 5. ábra a finommechanikában gyakran használt, mechanikus tengelykapcsolókra vonatkozó diagram, mely fém- és olajjal átítatott filc

közötti súrlódási tényező változására vonatkozik [5]. A nyomaték tehát nem egyenesen arányos a pneumatikus elemben uralkodó nyomással. A súrlódó mechanizmus által okozott hőtermelés a pneumatikus elemben lévő gázt melegíti, ami a nyomás nem kívánt változását idézi elő.

A nyomás stacioner állapotot csak aránylag hosszú idő után képes felvenni. A melegedés kérdése nem csak azért fontos, hanem az (5)



4. ábra. A súrlódási tényező változása a relatív sebesség és a felületi nyomás függvényében

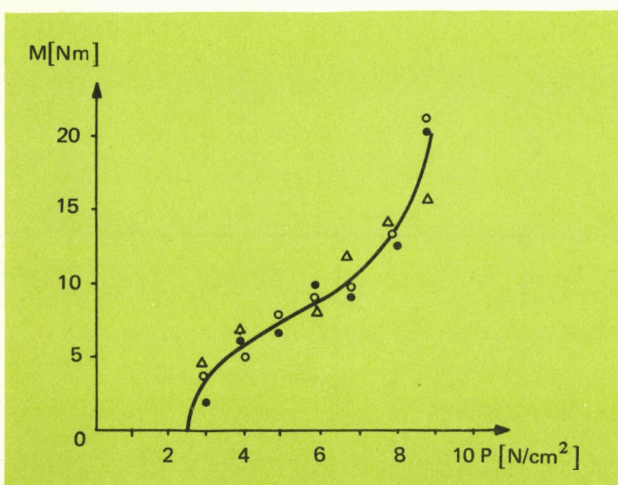


5. ábra. Súrlódási tényező változása a relatív sebesség és a hőmérséklet függvényében, ha fém és olajban átitatott filc csúszik egymáson

egyenlet szerint a súrlódó felületek hőmérséklete a súrlódási tényezőt is befolyásoló paraméter.

A 2. ábra szerinti konstrukciójú 10 mkg maximális nyomatékú pneumo-mechanikus tengelykapcsolóval végeztünk vizsgálatokat, és megmértük a pneumatikus elemben uralkodó nyomás és a leadott teljesítmény közötti kapcsolatot. A 6. ábra ennek a mérésnek az eredményét foglalja diagramba. A méréseket három sorozatban végeztük, és minden esetben megvártuk, hogy az átvitt teljesítmény stabilizálódjék.

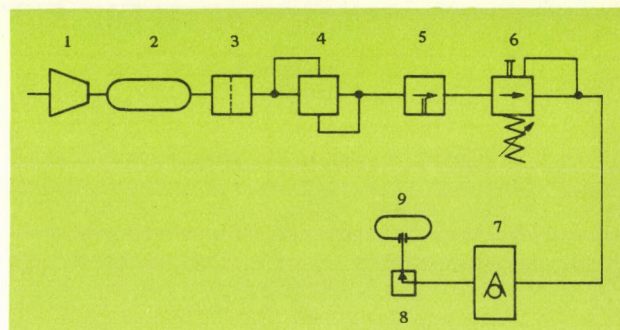
A görbének csak kis, kb. 20%-os szakasza tekinthető lineárisnak, de itt már 2–3 min a nyomaték stabilizálódási ideje. A tengelykapcsoló



6. ábra. 2 mkg nyomatékú légtömrlős pneumo-mechanikus tengelykapcsoló nyomaték—nyomás görbéje

lineáris vezérelhetőségi tartománya korlátozott, 5 Nm alatti és 8 Nm feletti nyomatékok beállítása nagyon bizonytalan volt, reprodukálhatósága sem volt kielégítő.

A fentiek alapján megállapíthatjuk, hogy ennek a típusnak mérési és szabályozási célokra való használhatósága korlátozott. A pneumo-mechanikus típus vezérelhetőségét, vagyis átvitt nyomatékának változtatását a pneumatikus rendszer nehézkessé teszi. A vezérléshez szükséges segédberendezések, amit a 7. ábrán láthatunk, költségesek. A berendezés mérési összeállítás esetén helyhez kötött, ez használatát korlátozza. Távévezérlés esetén az ábrán jelzett 6 kézi állítású finomszabályozó szelep helyett elektromechanikus rendszerűt kell alkalmaznunk, esetleg szervorendszerűt.



7. ábra. Pneumomechanikus tengelykapcsoló pneumatikai kapcsolat vázlata
1 — légsűrítő; 2 — légtartály; 3 — szűrő; 4 — nyomásmaximumot szabályozó szelep; 5 — olajkódképző; 6 — finomszabályozó szelep; 7 — gyorsító szelep; 8 — forgó csatlakozó; 9 — pneumatikus elem

Alkalmazása akkor előnyös, ha már rendelkezésre áll a pneumatikus rendszer, és a tengelykapcsolót nem a nyomaték finom szabályozására, hanem a hajtó és meghajtott tengely közötti kapcsolat létrehozására és bontására alkalmazzuk. Ebben az esetben elegendő egy kétállású szelepet beépíteni a pneumatikus rendszerbe 6 finomszabályozó szelep helyett, melynek működtetése elektromágnessel történhet.

Hidromechanikus és elektromágneses tengelykapcsolók

Lényegében az előbbihez hasonló problémák merülnek fel most is, ezek főleg a mechanikai

súrlódásból adódnak. Vezérlés szempontjából a hidraulikus előnyösebb a pneumatikusnál, lineárisabb, gyorsabb, stabilabb annál, de ennél a típusnál a tömítési problémák jelentkeznek.

Az elektromágneses tengelykapcsolóknál a lamellákat összeszorító erőt elektromágnessel hozzuk létre. Az erőnagyságot közelítően a

$$T = \left(\frac{B}{0,5} \right)^2 q = C \left(\frac{I_n}{l} \right)^2 q \quad [\text{N}] \quad (6)$$

egyenlettel számítjuk,

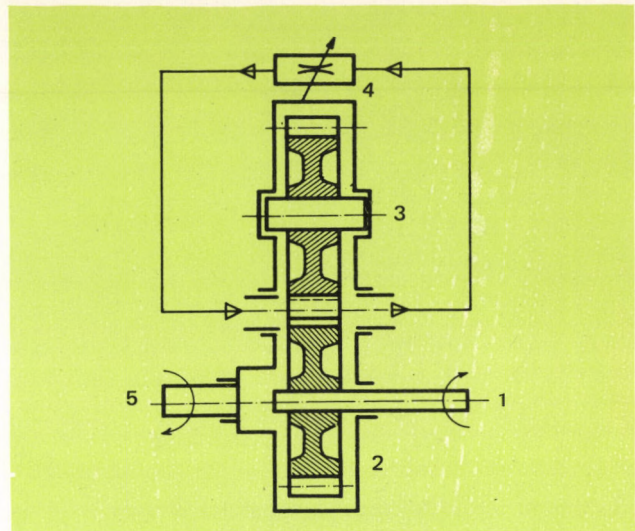
ahol B mágneses indukció (kb. 1,2 ... 1,6) [T],
 q az elektromágnes felülete [cm²].
 I a tekercsben folyó áram [A],
 n a tekercsmenet száma,
 l erővonal hossz [cm],
 C arányossági állandó, mely az alkalmazott ferromágneses anyagtól függ.

Az elektromágnes részletes tervezésére az erre vonatkozó szakirodalomban találunk útmutatást [2].

A mechanikus tengelykapcsolók legnagyobb hibája a súrlódó felületek kopása és melegekedése. Ez szabályozás esetén tetemes lehet [3]. Irodalmi adatok alapján a mechanikus tengelykapcsolókra a gyakorlatban a kopások miatt 3000 ... 5000 üzemóra engedhető meg. Ez az adat csak ki- és bekapcsolásos, nem szabályozott nyomatékú üzemre vonatkozik. Az említett üzemóraszám nem ad megfelelő biztonságot a nyomaték szabályozásra való felhasználáshoz. Az üzem hőmérsékletét max. 30 °C-ban állapítják meg a gyártó cégek [3, 4]. A nyomatékátvitel bizonytalansága a mérést is megnehezíti, vagy a mérés időtartamát elfogadhatatlan mértékben megnöveli.

Hidrosztatikus és hidrodinamikus rendszerű tengelykapcsolók

A bolygórendszerű hidrosztatikus tengelykapcsolók gondolata *E. Sanders*-től származik [6]. Működése a 8. ábra alapján könnyen megérthető. Ez a tengelykapcsoló olyan fogaskerék-szivattyúnak fogható fel, melynek háza képes a meghajtótengely körül forogni. A szivattyúrendszer térfogatáramlását a fojtószeleppel a teljes zárástól a teljes nyitásig lehet szabályozni. A résvesztésegektől eltekintve, a hajtott oldali

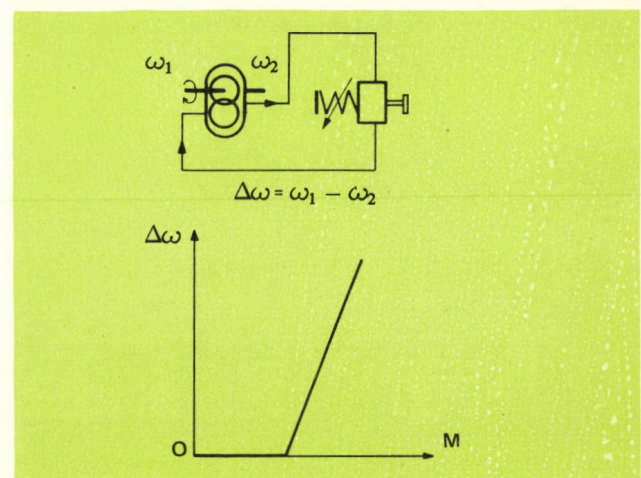


8. ábra. Bolygóműves hidrosztatikus tengelykapcsoló kinematikai vázlata
 1 — hajtó tengely; 2 — napkerék; 3 — bolygókerék; 4 — fojtószelep; 5 — hajtott tengely

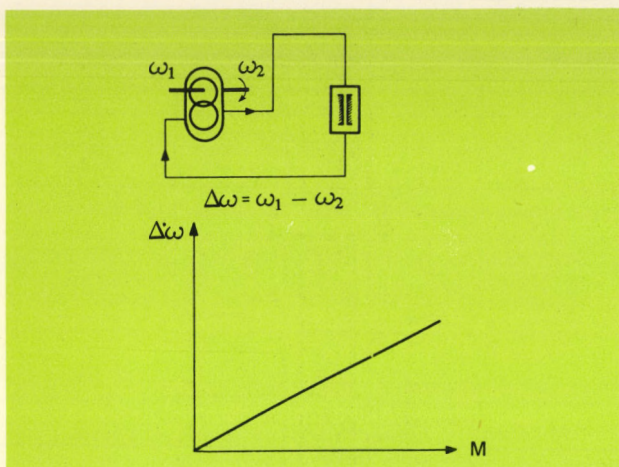
fordulatszám zérustól elvileg a hajtó oldalival azonos (szinkron) fordulatszámig szabályozható. A gyakorlatban tapasztalható, hogy a volumetrikus hatásfokkal kifejezhető veszteségek miatt a két tengely fordulatszáma között különbség van.

A hidrosztatikus tengelykapcsoló helyettesítő képe lengéstanilag egy rugó és egy csillapítótag soros kapcsolásával jellemezhető. Ez működésében hátrányt jelent, de a rendszer megfelelő méretezésével a káros lengések elkerülhetők.

Nagyobb problémát okoz a hidrosztatikus tengelykapcsolókban áramló olaj körfolyamatába



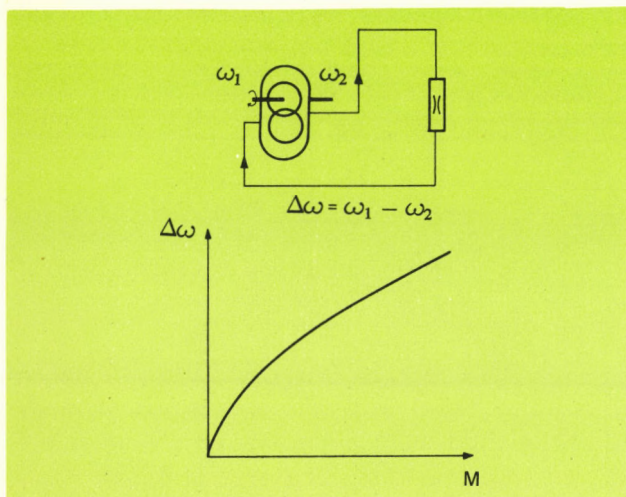
9. ábra. Egyszerű nyomásszabályozó (túlfolyó) szelep hatása



10. ábra. Rés szabályozószelep hatása

épített hidraulikus energiafogyasztó vagy ellenállás, ami a rendszer szabályozására szolgál. A 9., 10. és 11. ábra a leggyakrabban használt szabályozószervezetek beépítését, valamint $M(\Delta\omega)$ karakterisztikájukra gyakorolt hatását szemlélteti.

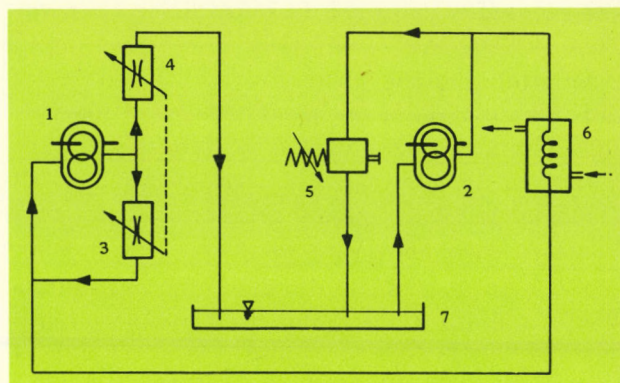
A karakterisztikák differenciálhányadosa arányos a csillapítással. Amennyiben a fojtásszabályozó állítható, úgy az üzemi viszonyok a szabályozók állásával paraméterezett görbesereggel jellemezhetők.



11. ábra. Fojtószelep szabályozó hatása

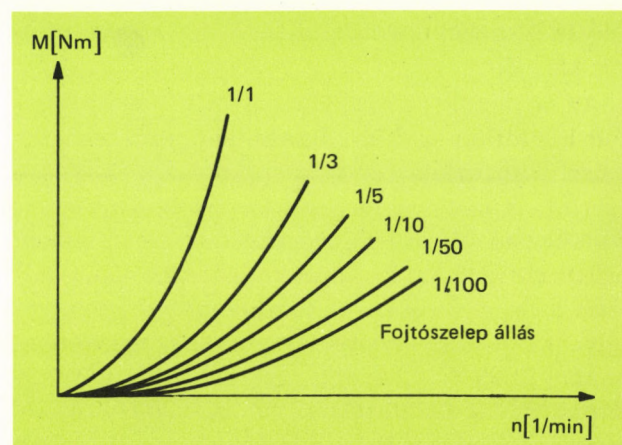
A zárt körfolyamat nem építhető olyan egyszerű elemekből, mint azt a 8., 9., 10. és 11. ábrákon bemutattuk, mert a résvesztés miatt melegező olaj hűtéséről is gondoskodni kell.

A 12. ábrán ilyen bővített körfolyamat hidraulikus blokkvázlatát láthatjuk. A segédberendezésekkel bővített rendszer már alkalmazás-technikailag megfelelő. A 12. ábrán vázolt hidraulikus rendszernél a körfolyamat a tengelykapcsoló házában keringő belső, valamint a segédzivattyúval szállított külső ágra bontva ala-



12. ábra. Belső és külső hidraulikus körfolyamatokból összeállított rendszer
1 — hidrosztatikus tengelykapcsoló; 2 — segédzivattyú; 3, 4 — szabályozó szelepek; 5 — túlnyomásszabályozó (túlfolyó) szelep; 6 — olajhűtő; 7 — olajtartály

kul ki. A belső ág: az 1 szivattyú nyomóteréből a 3 fojtáson át jut annak szívóterébe a folyadék, a felesleg 4 fojtószelepen a 7 tartályba folyik. A 2 segédzivattyú által szállított közeg a 6 hűtőn át az 1 szivattyú szívóteréhez ömlik, vagy az 5 túlnyomásszelepen át a tartályba jut vissza. A 3 és 4 szabályozószelepek állítása együtt történik. Ilyen tengelykapcsoló karakterisztikáit



13. ábra. A hidrosztatikus tengelykapcsoló jelleggörbéje

mutatjuk be a 13. ábrán, az irodalomból vett adatok alapján [7].

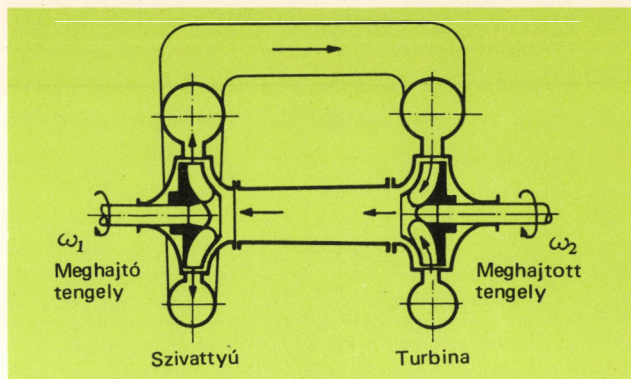
Az ábra csak a karakterisztika jellegét kívánja ismertetni. Az egyes gyártmánytípusoknál bizonyos eltéréseket tapasztaltunk, ezek konstrukciójukból adódnak. Az ábra alapján az is látható, hogy a tengelykapcsoló állandó fordulatszámra vagy állandó nyomatékra való szabályozása megvalósítható, a 3 és 4 fojtószelepek megfelelő vezérlésével.

Az ilyen típusú tengelykapcsolók szélesebb körű alkalmazására, bizonyos előnyös tulajdonságai ellenére sem került sor. Nehézséget okoz ugyanis a tengelykapcsoló rugalmas jellegéből adódó lengések megfelelő csillapítása, ami fordulatszám- és nyomatékváltozást okoz. Másik probléma maga a hidraulikus rendszer elemeinek, főképpen a vezérelhető fojtószelepeknek a megfelelő konstrukciója. A tömítési nehézségek és a csöcsatlakozások illesztése a forgórészekhez fokozzák a konstrukciós nehézségeket. Utóbbiból az is következik, hogy a hidrosztatikus rendszerű csúszó tengelykapcsoló kis nyomatékok szabályozott átvitelére nem alkalmas. Ezért mérési célokra való felhasználása is nehézségekbe ütközik. Helyhez kötöttsége és a berendezés komplikáltsága gyors mérésekhez való alkalmazhatóságát nem teszi lehetővé. Kétségtelen előnye csak az $5 \cdot 10^3 \div 2 \cdot 10^5$ Nm nyomatéktartományban jelentkezik, mivel itt a berendezés költség felépítése már gazdaságos.

A hidrodinamikus tengelykapcsolókkal kapcsolatban meg kell jegyeznünk, hogy a hidrodinamikus kifejezést azért használjuk, mert a teljesítmény továbbításához szükséges erőhatásokat nem a munkafolyadék nyomása, hanem a folyadék mozgási állapotának változásai fejtik ki.

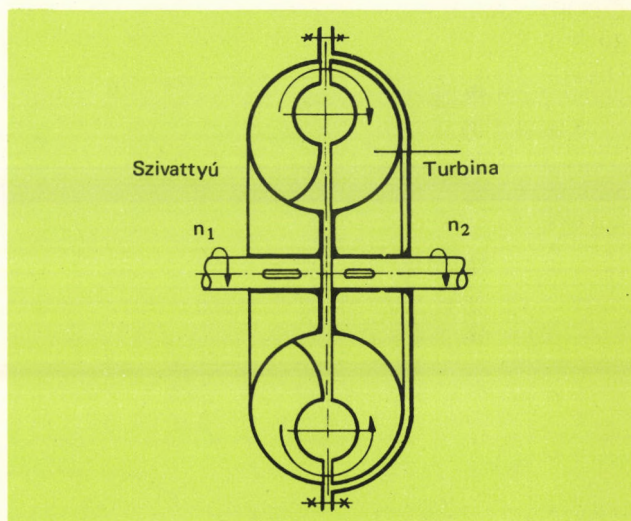
Az egyszerű tárgyalhatóság miatt az erőátvitelt két külön egységre, sorba kapcsolt centrifugálszivattyúra és turbinára bontjuk a 14. ábra szerint. A szivattyú növeli a zárt körfolyamatban mozgó folyadék mozgási energiáját, és ezt a turbina alakítja mechanikus energiává. A turbina a terheléstől függő fordulatszámmal forog, ugyanakkor a szivattyútengely gyakorlatilag állandó fordulatszámú lehet. Ezzel kényszerkapcsolat nélküli teljesítményátvitel hozható létre.

A hidraulikus veszteségeket csökkentő konstrukció Föttinger nevéhez fűződik [8]. A 14. áb-



14. ábra. A hidrodinamikus tengelykapcsoló működésének szemléltetése

rán vázolt elrendezés hatásfoka (80%-os részhatásfok esetén) 64%. A Diósgyőri Gépgyár DKHL-2 típusú hidrodinamikus tengelykapcsolójának a hatásfoka a 90%-ot is eléri [9].



15. ábra. Hidrodinamikus tengelykapcsoló egyszerűsített vázlata

A 15. ábra egy ma használatos típusú hidrodinamikus tengelykapcsoló egyszerűsített vázlatát szemlélteti. Általában érvényes, hogy a szivattyú vagy turbina járókereken felvett vagy leadott nyomaték a tömegáramlásnak és a tömegegység perdületkülönbségének a szorzata [1]; az Euler-egyenletből ez a következő:

$$M = q\varrho (C_{u2}r_2 - C_{u1}r_1) = \dot{m}(k_{c2} - k_{c1}) \quad [\text{Nm}] \quad (7)$$

ahol q a munkafolyadék térfogatáramlása $[\text{m}^3/\text{s}]$,

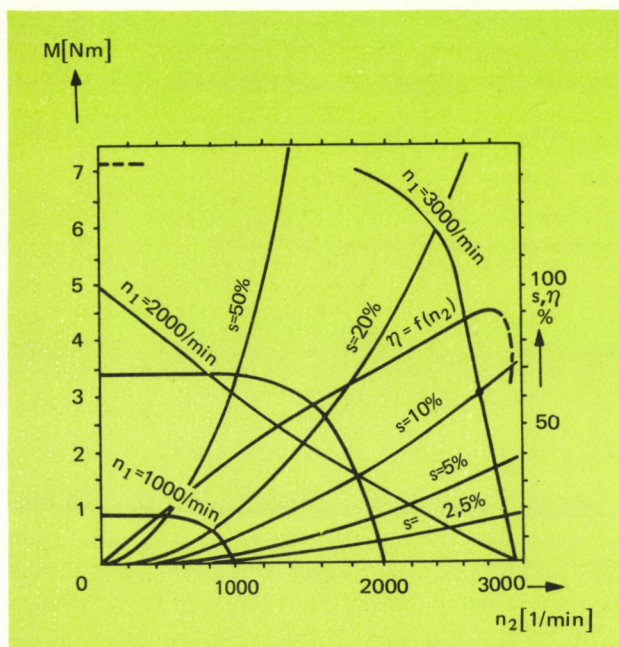
- ϱ a munkafolyadék sűrűsége [kg/m³],
 C_{u1}, C_{u2} a munkafolyadék sebességének kerületirányú összetevője a belépés, ill. kilépés helyén [m/s],
 \dot{m} a munkafolyadék tömegáramlása $\left[\frac{\text{kg s}}{\text{m}}\right]$,
 k_{c2}, k_{c1} a munkafolyadék tömegegység perdülete [m²/s],
 r_1, r_2 a ki- illetve belépés helyének sugara [m].

A fenti egyenlet átlakításokkal egyszerűsödik:

$$M = C_M n^2 D^5 \quad [\text{Nm}] \quad (8)$$

ahol C_M nyomatéktényező $\left[\frac{\text{N min}^2}{\text{m}^4}\right]$
 n fordulatszám [1/min],
 D a járókerék külső átmérője [m].

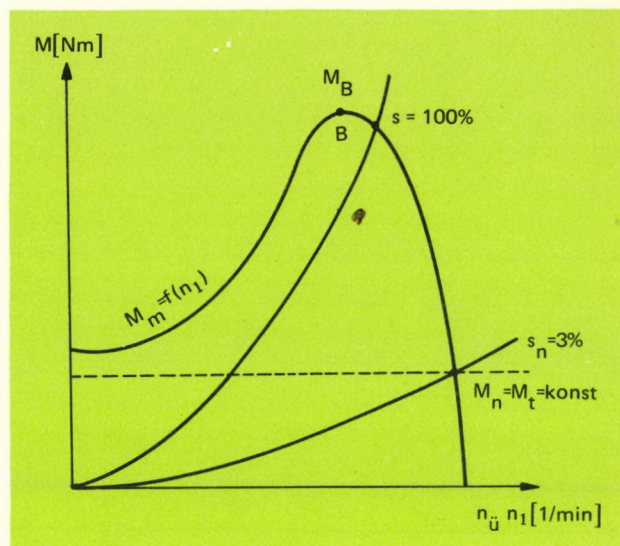
Mérési eredmények alapján [9] készült jelleggörbét mutat a 16. ábra, mely a már említett DKHL-2 típusú hidrodinamikus tengelykapcsolóra vonatkozik.



16. ábra. Hidrodinamikus tengelykapcsoló jelleggörbéi, $M = f(n_2)$, $n_1 = \text{konst.}$, $s = \text{konst.}$ paraméterekkel

A hidrodinamikus kapcsoló jól alkalmazható, s ha egy rövidrezárt forgórészű indukciós villa-

mosmotoros állandó terhelésre dolgozik, úgy az indítási folyamat biztonságosabbá tehető. Ennek magyarázatához felhasználhatjuk a 17. ábrát. A



17. ábra. Indukciós motor, hidrodinamikus tengelykapcsoló és állandó terhelés jelleggörbéi

rövidrezárt forgórészű indukciós villamosmotor indítási nyomatéka a névlegesnek 1,3...2,1-szerese ($M_B = 2M_n$), csillag—delta-kapcsolás esetén $M_i = 0,4...0,6 M_n$. Amennyiben $M_i > M_t$, azaz a motor indító nyomatéka nagyobb, mint a terhelő nyomaték, a forgórészek $M_d = M_i - M_t$ gyorsító (dinamikus) nyomaték hatására forgásba jönnek. Olyan hidrodinamikus tengelykapcsolót kell választanunk, melynek $s = 100\%$ jelleggörbéje a villamosmotor $M_m = f(n_1)$ jelleggörbéjét a B pont környezetében metszi. Ebben az esetben indításkor a terhelés egyre nagyobb gyorsító nyomatékokat kap, de nem lökészerűen, és túlterhelésnél a motor nem áll le. Biztonsági tengelykapcsolóként is működhet, pl. túlterhelés esetén a tengelykapcsoló biztonsági berendezése kifolytatja a munkafolyadékot.

A Diesel- és belsőégésű motorokhoz kapcsolva, közel állandónak tekinthető terhelés esetén a hidrodinamikus tengelykapcsoló előnyös tulajdonságokkal rendelkezik.

a) Stabil működést biztosít rövid ideig tartó terhelésingadozás és hirtelen túlterhelés esetén a tengelykapcsoló megcsúszik, mielőtt a motor fordulatszáma megváltozna. Először mindig a tengelykapcsoló érzi meg a terhelésingadozást,

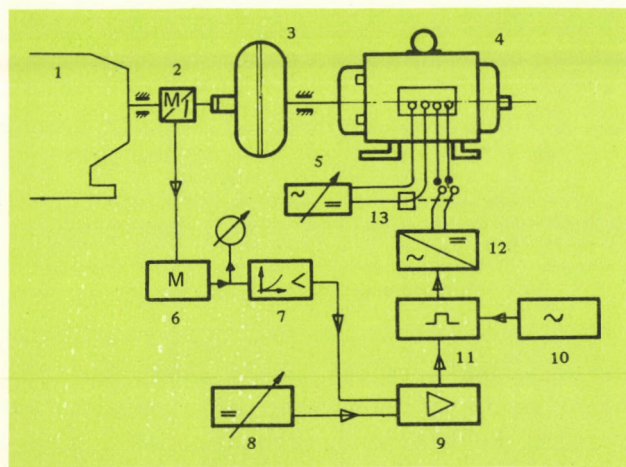
így a belsőégésű motoroknak nyugodt üzemet biztosít.

b) Alkalmazásával a motor lefulladása elkerülhető.

c) Kedvező üzemi indítást biztosít. A hidrosztatikus tengelykapcsoló mintegy automatizálja az indítást, és a fordulatszám változtatásakor, valamint irányváltáskor is jól működik. A súrlódó kapcsolónál megbízhatóbb.

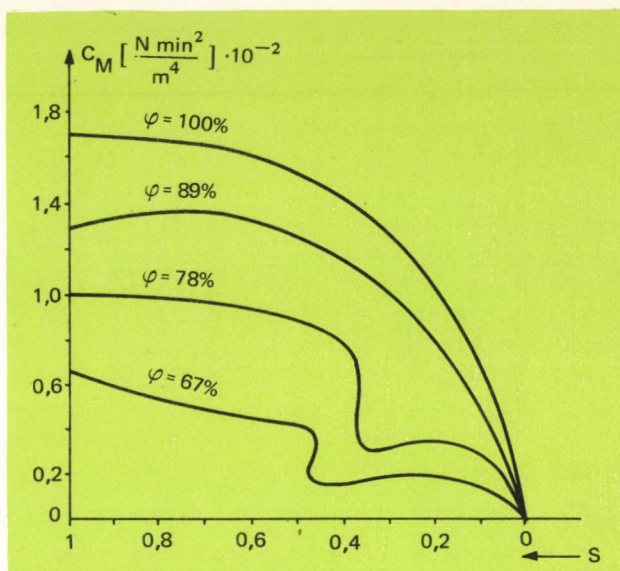
A hidrodinamikusan tengelykapcsoló nyomaték-szabályozása kétféleképpen történhet: 1. a meghajtott oldal fordulatszámának változtatásával (16. ábra); 2. töltésváltoztatással. A hajtott oldal fordulatszámának változtatásával történő nyomaték-szabályozás mutatkozik a legegyszerűbbnek. A meghajtó oldalon ilyen esetben célszerű külső gerjesztésű egyenáramú motort alkalmazni, mert ennek fordulatszáma változtatható, és gyakorlatilag független a terheléstől. A hidrodinamikusan tengelykapcsoló nagyon érzékeny a terhelésre és szinte elválasztja a terhelést a meghajtástól. Ez a nagy flexibilitás a szabályozás szempontjából nem előnyös, hiszen a rendszer időállandóját növeli.

A nyomaték-szabályozásra jól alkalmazható az általunk kidolgozott rendszer. Blokksémája a 18. ábrán látható. A 2 nyomatékérzékelőtől érkező jelet a 6 mérőerősítő alakítja át a nyomatékkal



18. ábra. Nyomaték-szabályozás a meghajtó tengely fordulatszámával

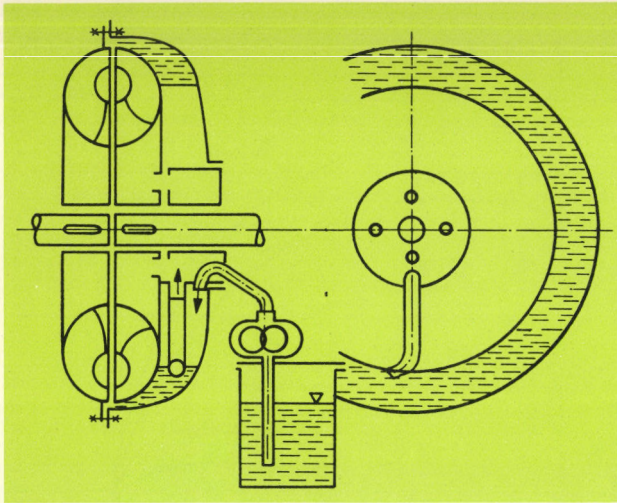
1 — meghajtott mechanikus rendszer; 2 — nyomatékérzékelő; 3 — hidraulikus tengelykapcsoló; 4 — egyenáramú motor; 5 — külső gerjesztés tápegysége (szabályozható); 6 — nyomaték mérőerősítő; 7 — nemlineáris erősítő; 8 — referencia táp; 9 — hibajel-erősítő; 10 — stabilizált váltakozófeszültségű tápegység; 11 — tirisztoros szabályozó; 12 — szűrő egység; 13 — védő áramrelé



19. ábra. A hidrodinamikusan tengelykapcsoló C_M nyomatéktényezője az s szlip függvényében

arányos jellé. A 7 nemlineáris erősítő a jelet a motor karakterisztikájának megfelelően módosítja. A 8 szabályozható egyenfeszültségű tápegység, mellyel a megfelelő parancsolt értékeket be lehet állítani. A blokkvázlat szerinti 7 és 8 egységből érkező jelből képezi a 9 hibajelerősítő a 11 tirisztoros szabályozó számára szükséges egyenfeszültségű jelet. A tirisztoros szabályozó megbízható működéséhez szükséges a 10 stabilizált váltakozófeszültségű tápegység. A 12 szűrőegység a tirisztoros szabályozótól kapott hibajelnek megfelelő folyáásszögű egyenirányított jelet szűri, hogy megfelelő egyenfeszültségű táplálást kapjon a motor főáramköre. A külső gerjesztést a megfelelő szabályozhatósággal az 5 jelzésű tápegység szolgáltatja. A 13 áram relé a motor főáramkörét megszakítja, ha valami miatt megszakadna a gerjesztő áramkör. Ezzel elkerülhető, hogy a motor megfusson.

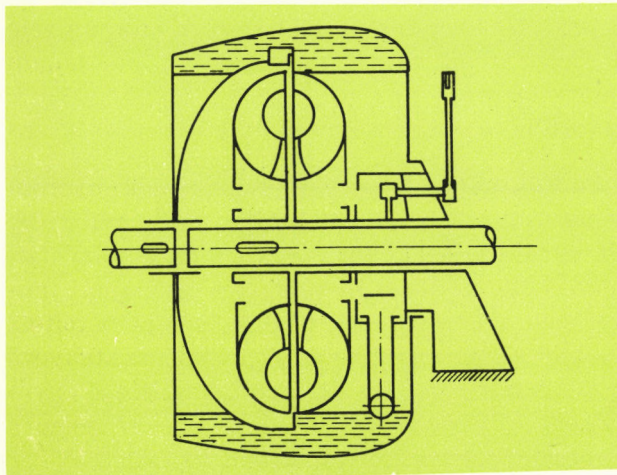
A hidrodinamikusan tengelykapcsolók nyomatékátviteli szabályozása, mint már említettük, töltésváltoztatással is történhet. A 19. ábrából látható, hogy az átvitt nyomaték a meghajtott tengely állandó fordulata mellett is függ a töltésfoktól. Az ábrán szereplő C_M nyomatéktényező a (7) összefüggésben szerepel. A változás egyenesen arányos a nyomatékkal. Ha a tengelykapcsoló töltése folyamatosan változtatható, a nyomaték fokozatmentesen szabályozható. A töltés változtatásának két lehetőségét mutatja a



20. ábra. Merev merítőcsöves fogaskerékszivattyúval változtatható töltésű tengelykapcsoló vázlat

20. és 21. ábra, melynél a merítőcsöves megoldást láthatjuk. Töltésfok alatt értjük, hogy a rendelkezésre álló tér hány százalékát tölti ki a működtető közeg, illetve munkafolyadék.

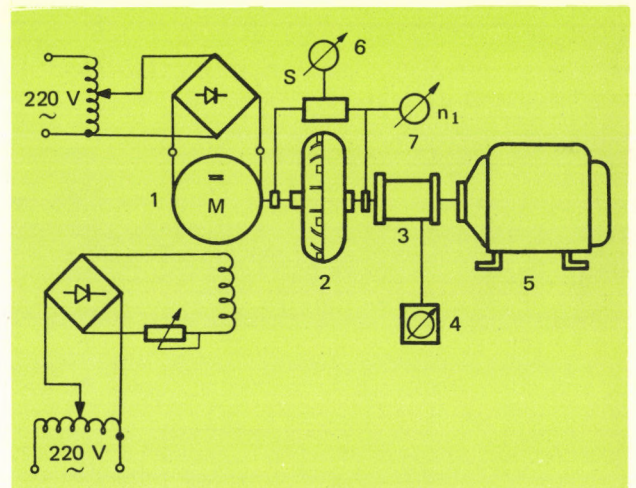
A merev merítőcsöves megoldás esetében fogaskerékszivattyúval lehet a lapátok közé több folyadékot juttatni. Az állítható merítőcsöves módszernél a torlónyomás juttatja a lapátok közé a munkafolyadékot. A szállított mennyiség a cső merülési szintjétől függ. Ez a módszer nehézkes, mert speciális elektromechanikus, esetleg szervomechanikus beavatkozó elemet igényel. Töltés változtatásra alkalmas szabályozó rendszert nem dolgoztak ki, de az előbb ismer-



21. ábra. Elforgatható merítőcsöves tengelykapcsoló vázlat

tett rendszer módosításával ez is megvalósítható.

Az utóbbi, vagyis töltésváltoztatásos vezérlő rendszer alkalmas fokozat nélküli fordulatszám-szabályozására. A hajtott tengely fordulatszáma folyamatosan változtatható, sőt a kikapcsolás is megvalósítható a töltés teljes kiürítésével. Mérési célra ez a kapcsoló típus nagyon jól használható. Villamos- vagy robbanómotorok, hajtóművek jelleggörbéinek felvételénél előnyösen alkalmazhatjuk. A *Stromag GmbH* által gyártott tengelykapcsoló típusok 800 LE teljesítményig készülnek [10]. Motorok méréséhez fékként előnyösen alkalmazhatjuk. Természetesen vigyázni kell, hogy a ház hőfoka ne lépje túl a $80 \dots 100^\circ\text{C}$ -t. Ezt még kényszerhűtéssel is biztosítani kell, ugyanis a lapátokon különben létrejövő



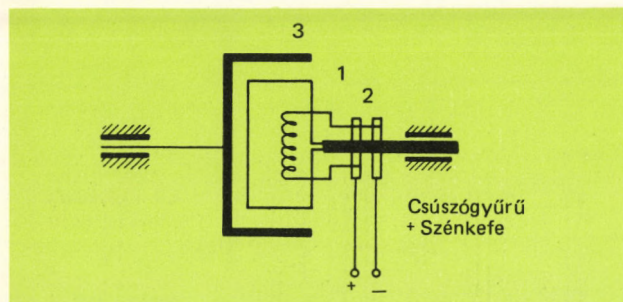
22. ábra. Kapcsolási vázlat villamosmotor jelleggörbéjének felvételéhez
1 — egyenáramú külsőgerjesztésű motor; 2 — hidrodinamikus tengelykapcsoló; 3 — nyomaték-mérő tengely; 4 — nyomaték mérő; 5 — vizsgált motor; 6 — szlip mérő; 7 — meghajtó tengely fordulatszámát mérő műszer

kavitáció működésében zavart okoz, esetleg a hidrodinamikus tengelykapcsoló rongálásához vezethet. Fékként való alkalmazása azért is előnyös, mivel az alkalmazott nyomatékmérő tengelyre veszélyes dinamikus lökéseket képes határozni. Hidrodinamikus tengelykapcsolóval felépíthető egyszerű mérési összeállítást mutat a 22. ábra. A mérési módszert már alkalmaztuk, jól szabályozható, megbízható. Jól reprodukálható mérési eredményeket kaptunk. Az ábrán látható mérési blokkvázlat szerint felépített mé-

rési módszer előnye, hogy a nyomaték-mérő-tengely a hidraulikus tengelykapcsoló töltése által beállított nyomatéknál nagyobb értékűt semmiképpen nem kaphat. Tehát a mérést biztonságossá teszi és védi a nyomaték-mérő-tengelyt az esetleges túlterheléstől. A motor jelleggörbéjének felvételénél a 3 és 4 nyomaték-mérő-rendszerrel villamos úton mértük a motor mindenkor terhelő nyomatékát, és a 7 fordulatszám-mérő által szolgáltatott adattal számítottuk ki a mechanikus teljesítményt. A motor által felvett villamos teljesítményt a motor áramkörébe kapcsolt wattmérővel mértük. Így lehetővé vált a hatásfok meghatározása is. Mivel a hidrodinamikus tengelykapcsoló által átvihető nyomaték a hajtó és hajtott oldali tengely fordulatszám-különbségétől is függ (19. ábra), az 1 egyenáramú motor külső gerjesztését változtatva, ennek fordulatszáma, valamint a kívánt szlip, így a terhelőnyomaték is fokozatmentesen szabályozható volt.

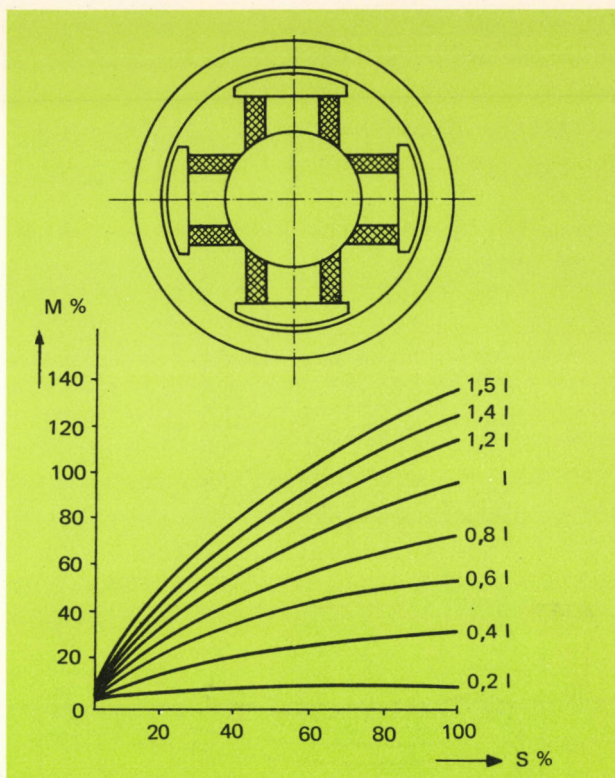
Indukciós tengelykapcsoló

Az indukciós tengelykapcsoló olyan villamos gép, amely mágneses tér segítségével, mechanikus érintkezés nélkül adja át a nyomatékot a bemenő tengelyről a kimenő tengelyre. Két részből áll (23. ábra), melyet egyrészt a hajtó, más-

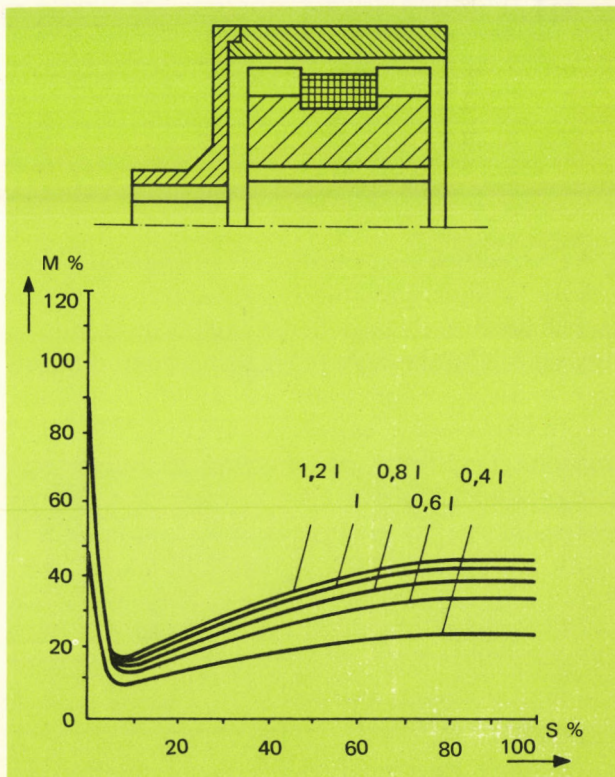


23. ábra. Az indukciós tengelykapcsoló felépítési elve

részt a hajtott tengelyhez erősítenek. A tengelykapcsoló 1 primer része vagy induktora a 2 gerjesztő tekercset és a pólusokat tartalmazza. A 3 szekunder vagy armatúra egyaránt lehet az induktor belsejében vagy azon kívül. A kettő között légrés van. Mindkét rész szerkezetileg többféle lehet. Működése az indukció elvén alapszik.

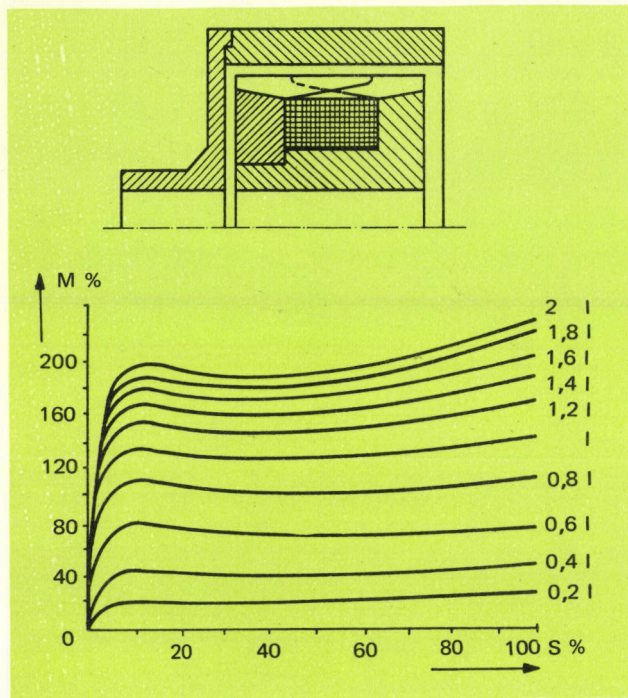


24. ábra. Örvényáramú indukciós tengelykapcsoló



25. ábra. Fogazott induktoros szinkron jelleggörbéjű indukciós tengelykapcsoló

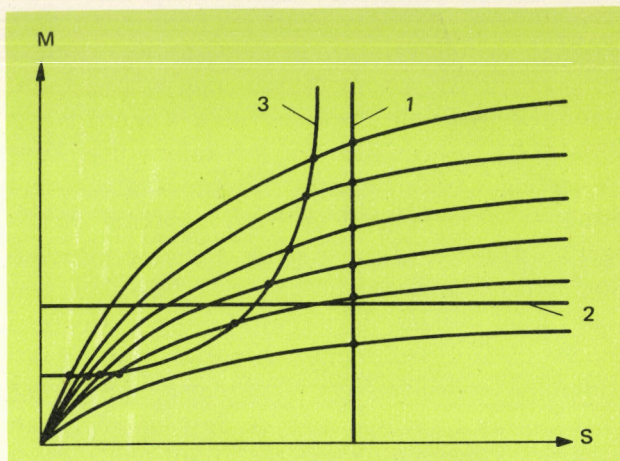
A szekunder részben csak fluxusváltozással ke-
letkezhet áram, így a primer és szekunder rész
között szlipnek kell lennie, hogy nyomatékot
átvigyen a tengelykapcsoló. Ez jellemző tulaj-
donsága ennek a tengelykapcsolónak. Három
alapvető típust különböztetünk meg, ezeket
szemléltethetjük jelleggörbéjükkel együtt a 24., 25.
és 26. ábrán.



26. ábra. Körmozspólusú aszinkron jelleggörbéjű
indukciós tengelykapcsoló

Az armatúra szerkezeti változtatásával az in-
dukciós-tengelykapcsoló örvényáramú, szinkron
és aszinkron jellegét lehet megvalósítani, ami az
ábrákból is látható. A jelleggörbe még módosít-
ható (jellege megmarad) az armatúra rudazat
vezető anyagának változtatásával. A különböző
típusok közül az örvényáramú indukciós-ten-
gelykapcsolókat szívesen alkalmazzák szabályo-
zási célokra. Ezt nyomaték-szlip karakterisztí-
kájuk is indokolja [10]. Felhasználásuk jellemző
példái a huzalhúzó és feltekercselő gépek. Ezek-
nél biztosítani kell a húzás sebességének és a
feltekercselés feszítettségének egyenletességét,
mindkettő megfelelő szabályozó berendezéssel
lehetséges.

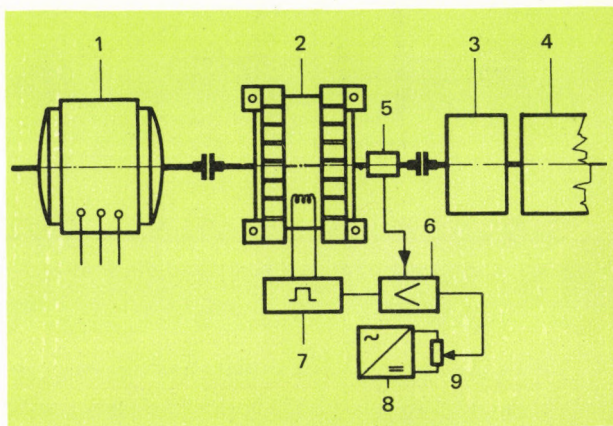
Az indukciós tengelykapcsolók nyomatékátvi-
telének szabályozására két lehetőség kínálkozik.
Az egyik a szlip, a másik a gerjesztő áram vál-



27. ábra. Szabályozási feladatok
1 — fordulatszám-tartó; 2 — nyomaték-tartó;
3 — teljesítmény-tartó

toztatása. A szlippel való szabályozáshoz szük-
séges, hogy a meghajtó oldalon változtatni lehes-
sen a fordulatszámot. Ez egyenáramú motor al-
kalmazását teszi szükségesé, ami nem mindig
gazdaságos. Váltakozóáramú motor alkalmazása
esetén a nyomatékátvitel szabályozása az induk-
tor gerjesztőáramával történhet. Ez utóbbi az
elterjedtebb megoldás.

Az indukciós tengelykapcsolók szabályozása
lehet: fordulatszám-tartó, nyomaték-tartó vagy a
kettő kombinációjával teljesítmény-tartó (27.
ábra). Az alábbiakban a fordulát- és nyomaték-
tartó szabályozás megoldására közlünk blokk-
vázlatot. A blokkvázlatoknál motorból, tengely-

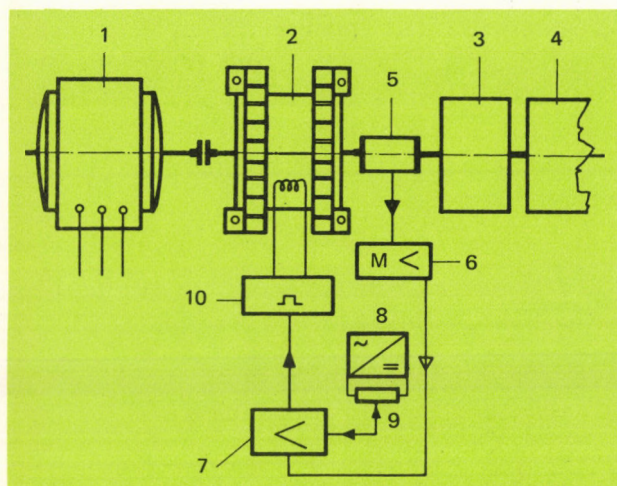


28. ábra. Fordulatszám-szabályozás blokkvázlata
1 — motor; 2 — örvényáramú tengelykapcsoló;
3 — hajtómű; 4 — gép; 5 — fordulatszám érzé-
kelő; 6 — hibajelképző erősítő; 7 — tirisztoros
szabályozó; 8 — referencia tápegység; 9 — paran-
csoltérték állító

kapcsolóból, hajtóműből és a munkagépből álló hajtásláncot vettünk alapul.

A fordulatszám-tartó szabályozásra ad példát a 28. ábrán látható blokkvázlat. Működése a következő. Az 5 fordulatszámérzékelő által szolgáltatott jelből és a 9 potenciométeren beállított parancsolt értékből képezi a 6 erősítő a hibajelét. Ez a hibajel vezérli a tirisztoros szabályozót, ami a tengelykapcsolónak megfelelő értékű gerjesztő áramot szolgáltatja.

Ugyanezen elv szerint felépíthető a nyomtáktartó szabályozás, melynek blokkvázlata a 29. ábrán látható.



29. ábra. Nyomaték szabályozás blokkvázlata
1 — motor; 2 — örvényáramú tengelykapcsoló;
3 — hajtómű; 4 — gép; 5 — nyomatékérzékelő;
6 — vivőfrekvenciás mérőerősítő; 7 — hibajel-
képző; 8 — referencia tápegység; 9 — parancsolt-
érték állító; 10 — tirisztoros szabályozó

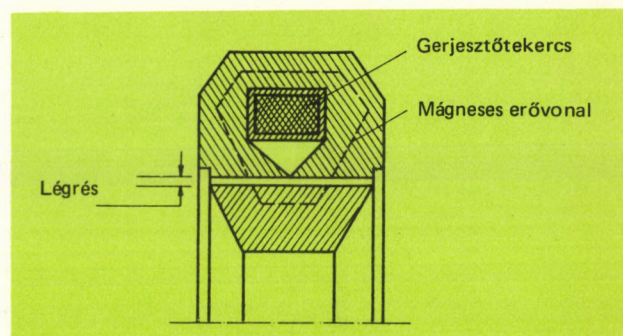
A szabályozás felépítése alapelvben megegyezik az előbbivel, azzal a különbséggel, hogy 5 nyomatékérzékelőt alkalmazunk, és ennek jelét 6 vivőfrekvenciás erősítővel alakítjuk át megfelelő szabályozójellé. Az általunk alkalmazott szabályozónál a nyomatékérzékelő nyúlásmérő-bélyeges rendszerű volt.

Mérési célokra is eredményesen alkalmaztuk az örvényáramú tengelykapcsolót a 22. ábra szerinti elrendezésben.

Az indukciós tengelykapcsolók hátrányos tulajdonsága, hogy működtetéséhez nagy gerjesztő teljesítményre van szükség és a súly-nyomaték viszonya nagy.

Mágneporos tengelykapcsoló

A 30. ábrán a tengelykapcsoló egyszerűsített vázlat látható, melynek alapján működése magyarázható. A mágneporos tengelykapcsoló két részből áll, ezeket lágy mágneses anyagból készítik. Az egyik félben helyezik el a gerjesztőtekerceszt. A tekercshez az árambevezetés csúszógyűrű segítségével, vagy érintésnélküli indukciós úton történhet. A két kapcsolófél között légrés van. A légrést finomszemcséjű ferromágneses por tölti ki. A gerjesztés hatására a légrésben elhelyezkedő por a mágneses erővonalak mentén tömörödik, így a tengelykapcsoló-felek súrlódó kapcsolata jön létre. A portöltet felfogható olyan folyadéknak, melynek viszkozitása a gerjesztéssel változtatható. A viszkozitás növekedésével a porszemcsék és a résfalak közötti nyírófeszültség is növekszik. Ez a kapcsolófelek között egyre szilárdabb kapcsolatot eredményez.



30. ábra. A mágneporos tengelykapcsoló elvi felépítése

A mágneporos tengelykapcsoló közelítő számítását az irodalomból [11] vett összefüggések alapján végezhetjük. Kísérleti tapasztalatokból állapítják meg a résindukciótól és a résmérőtől függő τ nyíró erőt. A munkarésben ható kerületi erő:

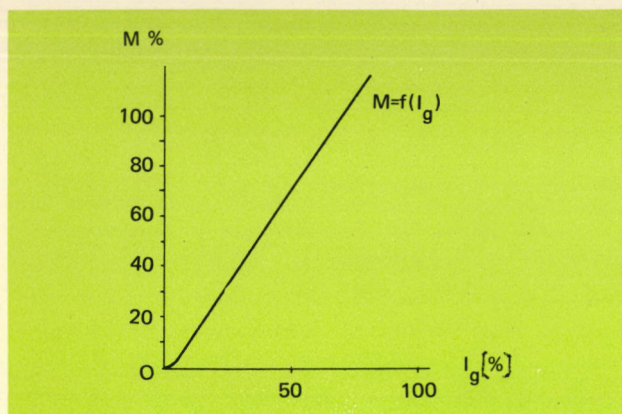
$$P = F\tau \quad [\text{N}], \quad (9)$$

ahol F a pólusgyűrű felülete.

A munkarés r sugarának ismeretében az átvihető nyomaték:

$$M = Pr \quad [\text{Nm}]. \quad (10)$$

Vannak egyéb tényezők is, melyek lényegesen befolyásolják az adott gerjesztőáram esetén átvihető maximális nyomatékot (pl. porszemcse

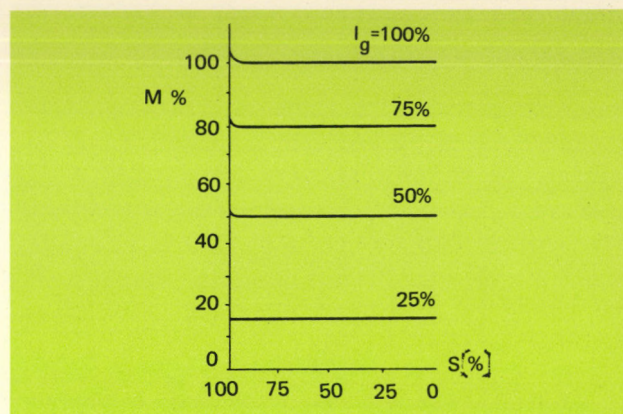


31. ábra. A mágnesporos tengelykapcsoló nyomaték—gerjesztőáram karakterisztikája

mérete, poranyag, kialakítás stb.), de ezekkel a kérdésekkel azért nem kívánunk foglalkozni, mert ezek a mágnesporos tengelykapcsolók tervezőit, fejlesztőit érdeklik és nem közvetlenül a felhasználót. Felhasználás szempontjából — úgy véljük — az összes szabályozható nyomatékátviteli típusok közül ez a legjobb. A 31. ábrán látható a nyomaték—gerjesztőáram, valamint a 32. ábrán a nyomaték—szlip karakterisztikája. Szembetűnő az első linearitása, és előnyös tulajdonságát növeli a második konstans jellege. Szabályozás, mérés szempontjából ezen tulajdonságok elvitathatatlanok. További jó tulajdonsága, hogy súly-nyomaték aránya mintegy harmada, negyede az indukciós tengelykapcsolóénak. Gerjesztő teljesítményszükségletére is ugyanez vonatkozik. Egyik szabályozási problémánk megoldásánál alkalmaztuk. Mind fordulatszám-, nyomaték-, mind teljesítménytartó szabályozásra felhasználható.

A mágnesporos kapcsoló fejlesztésén számos iparilag fejlett országban dolgoznak. Felhasználásuk azonban ma még nem olyan mértékű, mint azt jó üzemi viselkedésük alapján várhatnánk. Ennek oka jórészt a konstrukciós problémákban keresendő.

(Az általunk használt tengelykapcsolókat az AEG, NSZK leányvállalata: az *E. M. G. GmbH* gyártotta. Szabályozástechnikai alkalmazásuknál problémák nem merültek fel.)



32. ábra. A mágnesporos tengelykapcsoló nyomaték—szlip jelleggörbéje

Végezetül ki kell emelnünk, hogy a mindenkor szabályozási feladat alapos felmérése, annak teljes ismerete szükséges ahhoz, hogy meghatározzuk, milyen típusú vezérelhető tengelykapcsolót alkalmazzunk, összhangban a szabályozórendszerrel.

Irodalom

- [1] *Pattantyús Á. G.*: Gépek üzemtana. 1948. 257—260 p.
- [2] *Kallenbach, E.*: Der Gleichstrommagnet. Leipzig, Akad. Verl.
- [3] *Stromag Elektromagnet Lamellen Kupplungen* 1969 Kupplungsbau GmbH u. — Bremsen (Gyártmányismertető) 1971.
- [4] *Hasselgruber, H.*: Temperaturberechnungen für mechanische Reibungskupplungen. Schriftenreihe Antriebstechnik. 1959.
- [5] *Hildebrand, S.*: Finommechanika szerkezeti elemei. 1970.
- [6] *Pinnekamp, W.*: Hydrostatische Kupplungen. V.D.I. Berichte No. 73 V.D.I.-Verl. 1963. 43—51 p.
- [7] *Lohmann and Stolterfoht Co.* „Hydroflex” Kupplungen (Gyártmányismertető).
- [8] *Kickbusch, E.*: Föttinger-Kupplungen und Föttinger Getriebe. Berlin, Springer, 1963.
- [9] *Szaladnya S. — Antal M. — Szávai P.*: A Diósgyőri Gépgyár hidrodinamikus tengelykapcsolói. A miskolci Nehézvegyipari Műszaki Egyetem Gép-elem Tanszék Közleményei. No. 199. 1968.
- [10] *Stromag-Kupplungsbau GmbH*: Hydrodinamische Turbomotorkupplung. (Gyártmányismertető.)
- [11] *E.M.G. GmbH* gyártmányismertetője.

Szentirmai Endre

Saját fejlesztésű, Hall-hatás alapján működő teljesítmény- és $\cos\varphi$ - mérőegységek

Gyári próbatermek, üzemi mérőcsoportok műszerezettségének az utóbbi években nagymértékben fejlődött, így a szükséges méréseket házon belül is el tudják végezni. Ezzel egyidejűleg megnőtt azonban az igény olyan korszerű mérési módszerek és komplex nagyteljesítményű célműszerek iránt, amelyekkel villamos berendezések átvétele vagy minősítése meggyorsítható — a szükséges pontosság megtartása mellett. Felismerve ezt az igényt, a Mérésszolgáltató Osztályon is folynak műszerfejlesztési munkák, ezek közül erősáramú mérésekhez a Magyar Hajó- és Darugyár megrendelése alapján kidolgozott rack-rendszerű mérőadó családot ismertetjük.

Néhány alapvető követelmény a villamos jelek ipari mérőátalakítóival szemben

1. Alkalmas legyen villamos gépek és készülékek tranziens folyamatainak vizsgálatára — a beállítási idő kicsi legyen.
2. Olyan analóg villamos kimenőjellel rendelkezzen, amely erősítő oszcillográffal vagy gyorsregisztrálóval feldolgozható, és a bemenő mennyiségektől lineárisan függ.
3. A kimenő villamos jel a primer hálózattól 2 kV-os szigetelési szinttel el legyen választva.
4. Lehetséges legyen a szokásos mérőváltókhoz (100 V, 5 A) történő közvetlen csatlakoztatás.
5. Túlterhelhető bemenőkörök, különösen vonatkozik ez a mérőáramkörre.
6. A tápfeszültség- és a környezeti hőmérsékletváltozás okozta járulékos hiba, valamint a frekvenciafüggés kicsi legyen. (Lehetőleg 50 Hz-től eltérő ipari frekvenciára is alkalmas legyen, max. 400 Hz-ig.)
7. Alapvető követelmény az áramköri megbízhatóság és a robusztus felépítés, valamint a környezeti behatások: rezgés, por, nedveség, agresszív gázok stb. elleni védelem.
8. Az átalakító lehetőleg ne tartalmazzon mozgó, gyorsan elhasználódó alkatrészeket.
9. A pontosság legyen megfelelő; az ismétlési és hiszterézis hiba, valamint az érzéketlenségi sáv kicsi legyen.

Általános leírás

A kidolgozott készülék szerkezetileg a következő egységekből épül fel:

- I. Három, azonos felépítésű, egyfázisú, hatásos teljesítménymérő egység, áramkörileg független áram- és feszültségkimenettel.
- II. Egyfázisú $\cos\varphi$ -mérő egység, külön mesterséges csillagponttal háromfázisú háromvezetékes rendszerek méréséhez, valamint áramkörileg független, szabályozható feszültségkimenettel.
- III. Fordulatszám-frekvencia-adó jeleinek kiértékelésére alkalmas egység.
- IV. Szabályozható stabilizált tápegység, az árammérő hallotronok vezérlőáramának előállítására.

A III. és a IV. egység ismertetésére egy későbbi közleményben még visszatérünk, most hivatkozunk a megadott irodalomra [10].

Teljesítménymérő egység

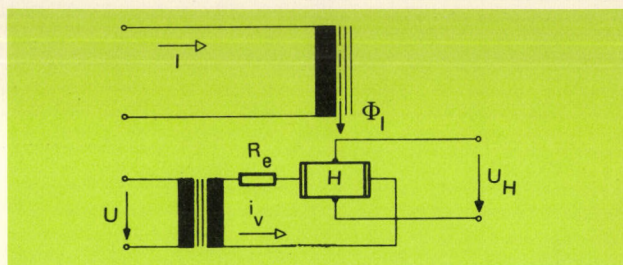
Valamely áramkörben a villamos teljesítményt az összetartozó feszültségek és áramok pillanatnyi értékeinek szorzata adja. Mérőátalakítóként így elvileg minden villamos szorzatképző felhasználható. A sokfajta szorzatképzési lehetőségből a gyakorlatban teljesítménymérő adók leginkább az ún. időosztásos elven [7, 9], valamint a Hall-hatás felhasználása alapján működnek [1, 2, 5, 6].

Hazánkban az impulzustechnikai módszert alkalmazó időbeosztás elvén, de leginkább a szorzatképzés legkézenfekvőbb módját adó, a Hall-hatás alkalmazásán alapuló megoldások terén több publikált eredmény van.

A továbbiakban nem kívánjuk külön ismertetni az említett megoldások működési elveit, ehelyett utalunk a bőséges szakirodalomra [5, 7, 8, 11, 13, 14, 15].

Az általunk alkalmazott kapcsolás a hallotronos szorzatképzőt felhasználó teljesítménymérő adók egyik változata, melyet azon általános előny mellett, hogy nagy fázisszögek esetén is kielégítő pontosságú, a mérőáramkör nagyfokú túlterhelhetősége miatt választottuk ki.

Működése az 1. ábrán látható elvi kapcsolás



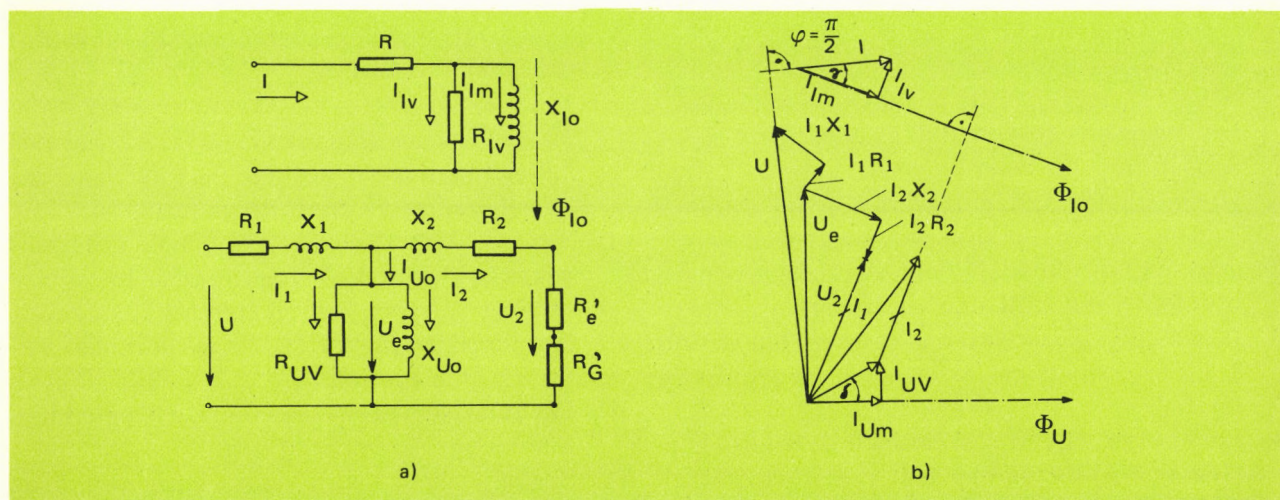
1. ábra. Hatásos teljesítménymérő egység elvi kapcsolása

alapján érthető meg. Ez a kapcsolás lényegében annak az alapesetnek felel meg, amikor a mágneses kört a fogyasztó I árama gerjeszti, míg az U fogyasztói feszültség az I_v vezérlőárammal lesz arányos.

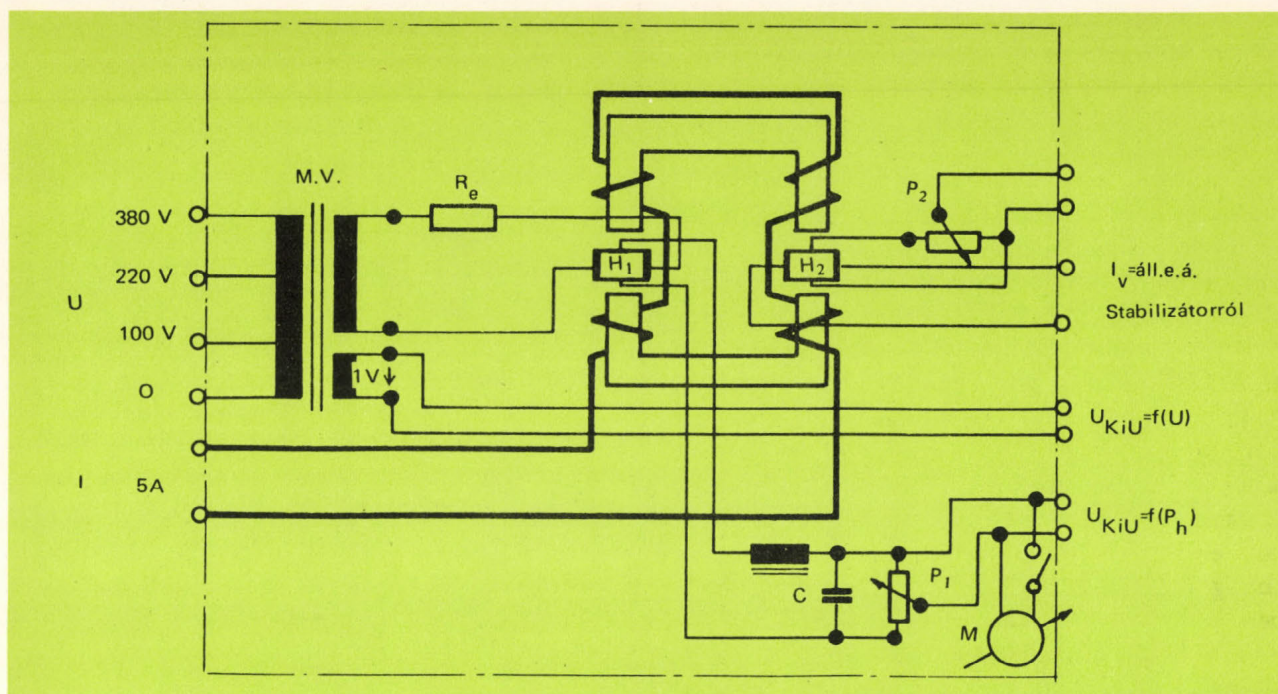
A feszültségkörben lévő mérőváltót is figyelembe véve a kapcsolás helyettesítő ábráját a 2a ábra, míg a hozzátartozó vektorábrát a 2b ábra mutatja. A vektorábrát $\cos \varphi = 0$ ($\varphi = \pi/2$) tisztán induktív terhelés esetére rajzoltuk fel.

A hallotron mágneses körének vektorábrájában csak az áramösszetevőket és az I_{Im} mágnesező összetevővel arányos Φ_{Io} fluxus vektorát rajzoltuk be.

A feszültségkörben, a mérőváltó szekunderében a terhelés ohmos jellegű ($U_2 \parallel I_2$), ugyanis a körben az R'_e előtétellenálláson kívül a tisztán ohmosnak tekinthető vezérlőirányú R'_G hallotronellenállást találjuk.



2. ábra. A teljesítménymérő egység egyszerűsített helyettesítő- és vektorábrája



Itt kell megjegyezni, hogy a vektorábra nem léptékezett, így a valóságos viszonyokról csak kvalitatív tájékoztatást ad, és az R_0 hallotron belső ellenállás mágnesétértől való függése következtében csak közelítés, illetőleg csak egy meghatározott üzemi esetre vonatkozik.

A kör helyes méretezése esetén az I_2 szekunderáram, ami nem más, mint a hallotron I_0 vezérlőárama, merőleges lesz a Φ_{I_0} -fluxusra. Ismeretes, hogy a hallotron a rajta átfolyó áram és a felületére merőleges mágneses indukció vektorális szorzatát képezi [1, 2], így az ábrázolt belső fázishelyzet esetén a kimenő Hall-feszültség nulla lesz. A maximális kimenőjelet $\cos \varphi = 1$ ($\varphi = 0$) esetén kapjuk meg, tehát az egység kimenetén a hatásos teljesítménnyel arányos a jel.

Az egység kapcsolási vázlata a 3. ábrán látható. Két U alakú ferritmagból felépített mágneses kör egyik légrésében található H_1 hallotron a teljesítményérzékelő-egység eleme. A mágneses kört sorosan kapcsolt, négy részre osztott tekercselés gerjeszti, melyen a fogyasztó árama folyik keresztül. A feszültség-körben a már leírt mérőváltót és annak szekunderkörébe R_e előtétellenállással sorbakapcsolt H_1 hallotront találjuk. Az R_e előtétellenállással egyrészt

a kívánt vezérlőáramot tudjuk beállítani, másrészt a hallotron belső ellenállás mágneses tértől való függésének hatását csökkenteni.

A kimenő Hall-feszültség L , C tagokból felépített aluláteresztő-szűrőre kerül, amely a szorzatképzésnél adódó kétszeres frekvenciával lengő váltakozó összetevőt szűri ki. Az előlapon elhelyezett P_1 potenciométerrel lehet a kimenőjelet folyamatosan szabályozni, ez a regisztrálónál biztosítja a legkedvezőbb léptékeezést. Az előlapon találjuk még a K kapcsolóval kiiktatható M profil kijelzőműszert, amellyel a kimenő vilamosjelet ellenőrizhetjük.

A megvalósított teljesítménymérőadó főbb műszaki adatai:

Bemenő jellemzők:

Névleges feszültség [U_n]	100, 220, 380 V
Névleges áram [I_n]	5 A
Névleges periódusszám [f_n]	50 Hz
Névleges teljesítmény-felvétel	
feszültségkörben	<1,2 VA
áramkörben	<0,6 VA
Kimenő (természetes) jel	—0...±60 mV egyenfeszültség
[U_{HKI}]	
Terhelő ellenállás [R_n]	>10 kohm
Pontosság	±1,5 ⁰ / ₀
Túlterhelhetőség a feszültségkörben	
tartósan	1,2 U_n
rövid ideig (1 s)	1,5 U_n

Túlterhelhetőség az
áramkörben
tartósan
rövid ideig (1 s) $2,5 I_n$
 $10 I_n$

Ha az U-mag másik légrésébe egy a H_1 hallotronnal megegyező geometriai méretű H_2 hallotront szerelünk (3. ábra), és annak vezérlőkörét állandó értékű egyenárammal tápláljuk, a mérőáramkörrel csak mágneses kapcsolatban lévő áram-mV átalakítót kapunk. A szorzás műveletéből kifolyólag a kimenő jel periódusszáma megegyezik az áram frekvenciájával. A kimenő jelnél nagysebességű felvételek esetén már észlelhető hibát okoz az I_{Im} mágnesező áram és az I áram között fellépő γ fázisszög (1. 2. ábra), valamint a fluxusban keletkező páratlan rendszámú felharmonikustartalom, de a vasanyag megfelelő méretezésével, és a mágneskörben adódó viszonylagos nagy effektív légréssel ezek a hibák elfogadható szinten maradnak. Az állandó I_v vezérlő egyenáramot egy integrált áramkörös 0...500 mA között folyamatosan beállítható stabilizált tápegységről kapjuk.

Az áramerősséggel arányos kimenő jelet itt is az előlapon elhelyezett P_2 potenciométerrel 0...100 mV között folyamatosan szabályozni lehet.

Gyakorlati méréseknél legtöbb esetben az áramgörbe burkológörbét értékeljük ki, nagysebességű felvételeknél pedig a szokásos oszcillogram kiértékelési eljárásokat alkalmazzuk.

A mérőváltónak külön 1 V-os szekundertekercselése is van, melyet célszerűen a feszültségjel regisztrálásához használhatnak fel.

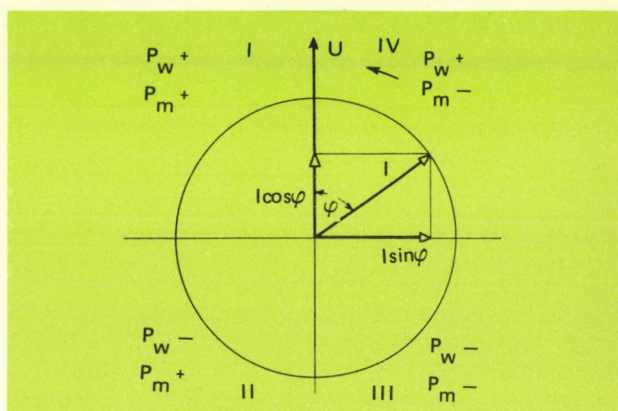
$\cos \varphi$ -mérő egység

Teljesítménytényezőnek nevezik váltakozóáramú körökben — általános esetben — a hatásos és a meddő teljesítmény viszonyát. Ez igen fontos villamos jellemző, amely megadja, hogy a látszólagos teljesítményből hányadrész a munkát végző hatásos teljesítmény. Ismeretes, hogy a fogyasztói körben az áram meddő összetevője is okoz Joule-veszteséget, ezért a vezetékrendszer a teljes áramra kell méretezni, ill. szükség esetén kompenzálni kell. Az általános esethez képest szinuszos mennyiségeket feltételezve, egyfázisú körre felírható:

$$\lambda = \frac{P_h}{P_L} = \frac{UI \cos \varphi}{UI} = \cos \varphi$$

ahol λ teljesítménytényező,
 P_h a hatásos teljesítmény,
 P_L a látszólagos teljesítmény,
 $\cos \varphi$ az U fogyasztói feszültség és az I áram közötti fázisszög koszinusza.

A teljesítménytényező meghatározását így az U feszültség és I áram közötti fázisszög koszinuszának mérésére vezethettük vissza. A felírt összefüggés megadja a $\cos \varphi$ -mérő adók kialakításának egyik módját: a hányadosméréssel történő meghatározást. A 4. ábrán felrajzoltuk, rögzített nagyságú áramvektor esetére, a feszültség- és áramvektor egymáshoz viszonyított helyzetének lehetséges variációit mind a négy sík-



4. ábra. Hatásos- és meddőteljesítmény előjelének változása a fázisszög függvényében

negyedben. A síknegyedek jelölése mellé beírtuk a hatásos és meddő teljesítmények előjelét is, a szokásos módon „+”-nak jelölve a felvett hatásos (fogyasztói) és leadott meddő (kapacitív) teljesítményeket [3]. Amint látható, a $\cos \varphi$ szögfüggvény előjele megegyezik a hatásos teljesítmény előjelével, míg a meddő teljesítmény előjele megmutatja, hogy az áramvektor siet vagy késik-e a feszültséghez képest.

Ha analóg kimenetű villamos $\cos \varphi$ -mérő adónk van, akkor a kimenő jel előjelváltozása fogyasztó—termelő üzemmódváltásnak felel meg. Mesterségesen eltolva az U alapvektort $\varphi = \pi/2$ fázisszöggel, az adó kimenetén kapacitív-induktív üzemmód változásnál lesz előjelváltás.

Esetünkben, mivel a berendezés főként daruüzemi aszinkron motorok mérésére készült, és

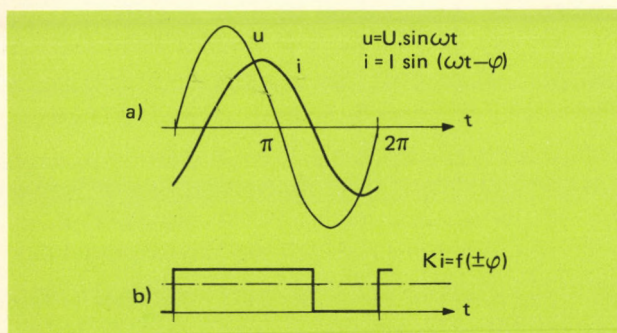
az emelő motor teherműlesztésnél mint aszinkron generátor üzemel, az előjelváltást célszerűen a motor-generátoros állapot érzékelésére tartottuk fenn.

Megoldási lehetőségek

Az analóg kimenetű $\cos \varphi$ -mérő adók fent leírt, hányadosképzést felhasználó megvalósítása mellett [4] még többféle elektronikus mérési elv ismert.

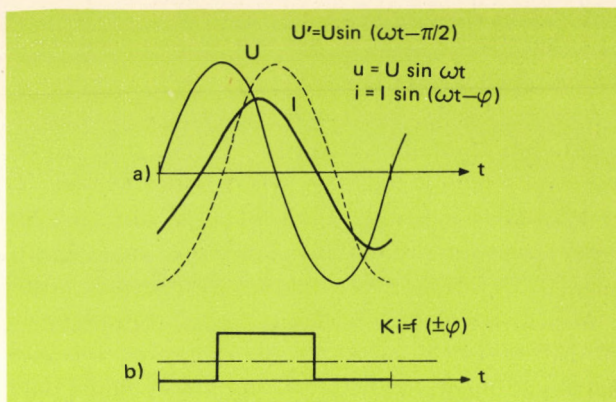
A továbbiakban összehasonlítás céljából röviden ismertetünk két gyakran használt mérési módszert [4].

Az elsőnél egy konstans amplitudójú feszültségimpulzus időtartamát az áram és feszültség-hullám nullaátmeneteivel vezérlik pl. oly módon, hogy a feszültség negatív tartományból a pozitívba való váltásánál egy impulzust indít, az áram pozitívból negatív irányba történő nullaátmeneteinél pedig az impulzust kioltja. A keletkezett impulzussort integrálva, a fázisszög nagyságától és előjelétől is függő átlagértéket kapunk. A mérés elvét $\varphi = \pi/3$ induktív fázisszög esetére az 5. ábra mutatja. Az 5a ábrán az áram és feszültség szinuszhulláma, az 5b ábrán a keletkezett impulzussor és az eredményvonallal kihúzott átlagérték látható. A méréshatár $\varphi = +180^\circ \dots 0^\circ \dots -180^\circ$ -ig terjed.



5. ábra. Az 1. elektronikus $\cos \varphi$ -mérés elve

A másik ismert módszer elvét a 6. ábrán láthatjuk. Itt a konstans amplitudójú feszültségimpulzus szélessége a feszültség és áram pozitív félhullámainak egymást fedő szakaszával azonos, de a feszültséget 90° -kal el kell tolni. Az így keletkezett impulzussort integrálva, itt is a fázisszög nagyságától és előjelétől függő átlag-

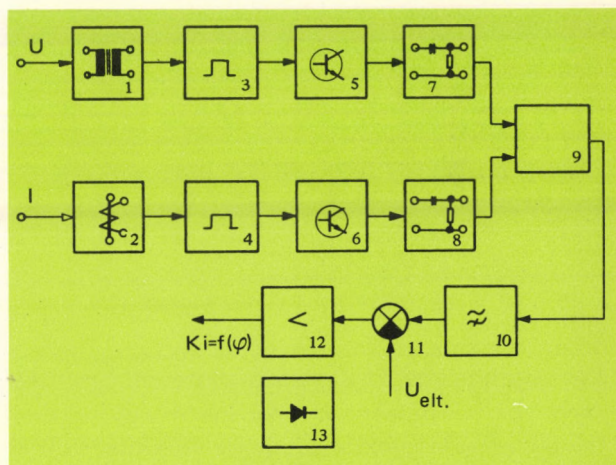


6. ábra. A 2. elektronikus $\cos \varphi$ -mérés elve

értékekhez jutunk. Méréstartomány $+90^\circ \dots 0^\circ \dots -90^\circ$ között van.

Mindkét módszer hátránya, hogy a kimenő jel közvetlenül a fázisszöggel arányos, ha közvetlenül $\cos \varphi$ -nak megfelelő értékre van szükség, akkor még egy függvényátalakítót is be kell iktatni.

Az első módszer gyakorlati megvalósításának a lehetőségét mutatja a 7. ábra. A bemenőjelek

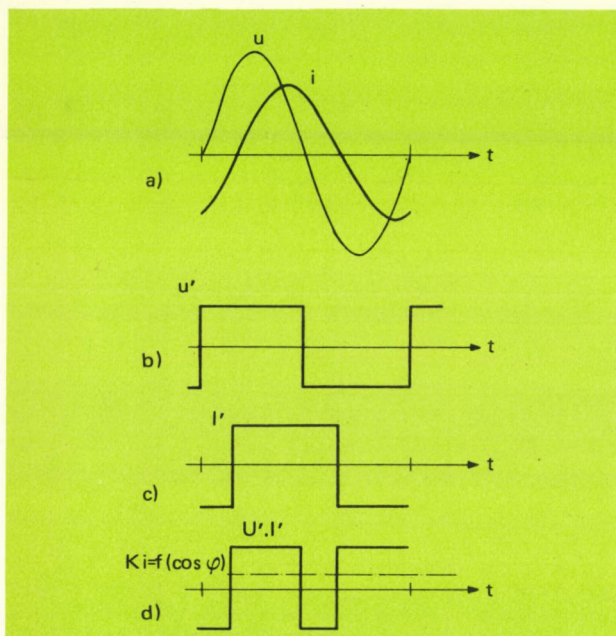


7. ábra. Az 1. módszer működési vázlata

1 és 2 mérőváltói a 3 és 4 vágófokozatokra kapcsolódnak. A közel állandó amplitudójú kimenőjelek 5 és 6 tranzistoros kapcsolóáramkörökre kerülnek, melyek kollektor körében megjelenő négyszögimpulzusokat a 7 és 8 differenciáló fokozatok impulzusokká alakítják. A 9 bistabil multivibrátor 10 aluláteresztő szűrőn keresztül meghajtja a 12 kimenőfokozatot, ennek bemenetére adott 11 szabályozható egyenfeszültséggel

a méréstartomány tetszőleg eltolható. A 13 stabilizált tápegység az elektronikus egységek tápfeszültségét szolgáltatja.

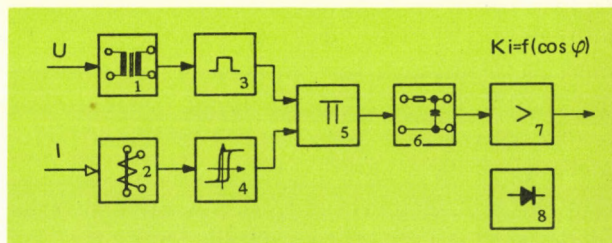
A másik ismertetett elektronikus eljárásnál a gyakorlati felépítés hasonló, de itt a kapcsoló tranzisztoros fokozat után egy logikai ÉS művelet következik, és csak akkor van további jel, ha mind az áram pillanatnyi értéke, mind pedig a feszültség pillanatnyi értéke egyszerre pozitív. A feszültséggel 90° -os fáziseltolása háromfázisú hálózat esetén legegyszerűbb módon a vizsgált fázisfeszültségre merőleges vonalfeszültség felhasználásával történhet.



8. ábra. A megvalósított $\cos \varphi$ -mérő működési elve

Egy újabb lehetőséget ad a $\cos \varphi$ meghatározására, ha a hatásos teljesítmény jól ismert $P_h = UI \cos \varphi$ kifejezéséből az UI szorzatot állandó (K) értéken tartjuk, ahol az áram és feszültség effektív értékekben adott. Ebben az esetben $P_h = K \cos \varphi$ kifejezés értelmében a hatásos teljesítményt érzékelő műszer követlenül a $\cos \varphi$ -re kalibrálható, skálája pedig lineáris lesz. A $\cos \varphi$ mérése így végeredményben szorzatképzésre vezethető vissza. Méréstechnikai megoldásban célszerűbb a szinuszos lefolyású áram- és feszültség hullámmal azonos nullaátmenetekkel rendelkező állandó amplitudójú négyszögjelekkel dolgozni. A mérés elvét a fent leírt módszerekhez hasonlóan egy induktív áramkör ($\varphi = \pi/3$)

esetére adjuk meg (8. ábra). A 8b ábrán az U feszültségnek, a 8c ábrán az I áramnak megfelelő négyszöghullámot, míg a 8d ábrán a pillanatnyi szorzatokat és annak eredményvonallal kihúzott integrálját látjuk. (A négyszöghullámok amplitudóját célszerűen 1-nek választottuk.) Az ábra alapján világos, hogy a kimenő jel előjelet vált $\varphi = \pi/2$ -nél nagyobb fázisszög esetén ami a hatásos teljesítmény szempontjából generátoros állapotot jelent (l. 4. ábra). Ezen az elven kialakított $\cos \varphi$ -mérő adó megvalósításának lehetősége a 9. ábra alapján adódik. Az I feszültség-váltó célja egyrészt a hálózattól történő galvanikus elválasztás, másrészt a 3 négyszögerősítő egységnek megfelelő jelszint előállítása. A bemenő áramjel a 2 áramváltó-egységen keresztül a 3-hoz hasonló funkciójú 4 négyszögerősítő egységre kerül. A 3 és 4 egység kimenete adja az 5 szorzatképző egység bemenő jeleit, melynek

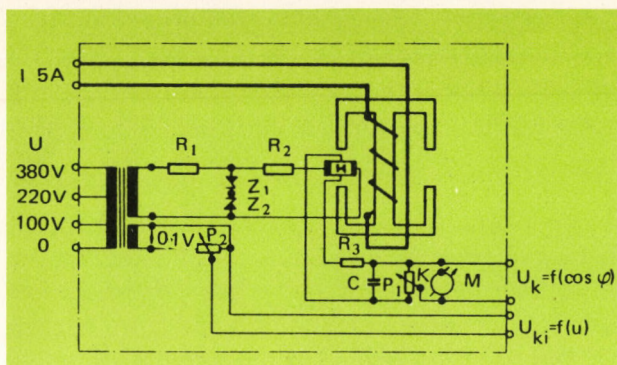


9. ábra. A megvalósított $\cos \varphi$ -mérő elvi működési vázlata

kimenő jele 6 egységben történő integrálás után már a bemenő jelek fázisszögének koszinuszával arányos villamos jel. Ez vagy közvetlenül, vagy 7 kimeneti erősítőn keresztül használható fel. A 8 egység a rendszer stabilizált tápegysége.

Az utóbb bemutatott kapcsolás alapvető előnye az impulzusos módszerekkel szemben a lényegesen egyszerű felépítésen kívül az, hogy kevésbé érzékeny a bemenő jelek felharmonikus tartalmára.

A Szolgáltatnál kidolgozott $\cos \varphi$ -mérő készülék felépítése lényegében megegyezik a 9. ábrán bemutatottal. A 10. ábrán látható elvi kapcsolása alapján működése a következő. A feszültség-váltó szekunderére Zener-diódás limitáló kapcsolás csatlakozik, kimenő kapcsairól pedig egy hallotronos multiplikátor vezérlőkörét tápláljuk. A blokkvázlattól eltérően a 2 és 4 egységet a multiplikátor gerjesztőkörében valósítottuk meg, mely egyrészt biztosította a mérendő hálózat



10. ábra. A $\cos \varphi$ -mérő kapcsolási vázlata

galvanikus leválasztását, másrészt a hallotront magába foglaló szakasz már kis mérőáramoknál történő telítődés következtében mint $I-\Phi$ négy-szög erősítő áramkör is funkcionál. A multiplikátor kimenő jele integráló fokozaton keresztül jut egy kimeneti osztóra. A néhányszor 10 mV nagyságrendű kimenő jelet mérőerősítő oszcillográffal vagy gyorsregisztálóval közvetlenül feldolgozhatjuk. Nagyobb bemenő teljesítményt igénylő hurkos oszcillográfok alkalmazásánál mérőerősítőket kell használnunk, melyek kimenő jele már megfelelő szintű egységes jel lehet. A hallotron kis belső ellenállása a mérőerősítők illesztése szempontjából előnyös. Az alkalmazott feszültségváltónak külön szabályozható feszültség kimenete van (0...1 V) a feszültséggel regisztrálásához.

A megvalósított $\cos \varphi$ -mérő adó főbb műszaki adatai:

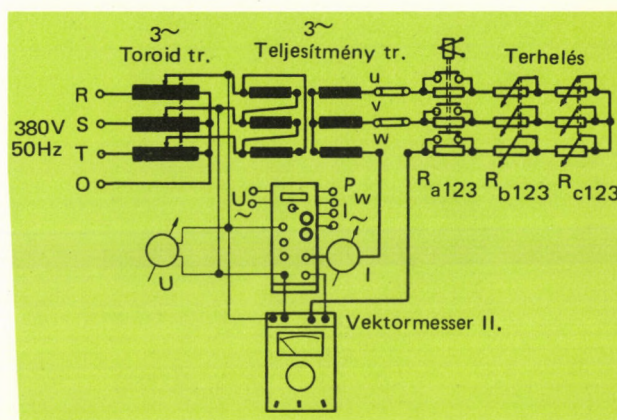
Mérhető $\cos \varphi$ -tartomány	cap. +1...0...-1 (= 0...+180°) vagy ind. +1...0...-1 (= 0...-180°)
Bemenő adatok:	
Névleges feszültség [U_n]	100, 220, 380 V
Névleges áram [I_n]	5 A
Teljesítményfelvétel feszültségkörben	<1,5 VA
áramkörben	<1,6 VA
Kimenő (természetes) jel	>+30 mV...0...30 mV
Pontosság	0,03
Áram változási tartomány	0,2...2 I_n
Feszültség változási tartomány	0,7...1,2 U_n

Az adók beállítása

Az adók belső fázisszögeinek pontos beállítását és kalibrálását a 11. ábra szerinti kapcsolásban,

háromfázisú mérőpadon végeztük el. Az ábrán egy hatásos teljesítménymérő egység egyfázisú kalibrálásának módja látható.

3×380 V-os, 50 Hz-es hálózatra kapcsolt háromfázisú toroid rendszer teljesítménytranszformátort táplál, amelynek szekunder körében lévő változtatható ellenállás-rendszer segítségével a kívánt áramérték beállítható. Az áramot és feszültséget 0,2 osztálpontosságú, elektrodinamikus, asztatikus műszerekkel, a fázisszöget, ill. a $\cos \varphi$ -t AEG gym. Vektormesser II. típusú vektormérővel mértük. A kimenő jeleket négyjegyű digitális multiméterrel ellenőriztük. Ebben a kapcsolásban diszkrét $\cos \varphi$ értékek előállítására a háromfázisú feszültségvektorok közötti összefüggések felhasználásával van mód. Az ábrán jelölt hely 90°-os fáziseltolásnak felel meg.

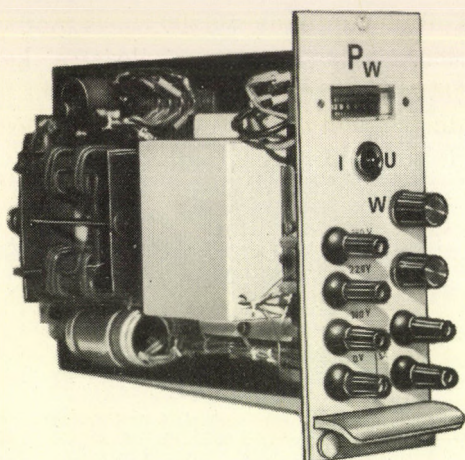


11. ábra. Az egységek kalibrálásához felhasznált kapcsolás

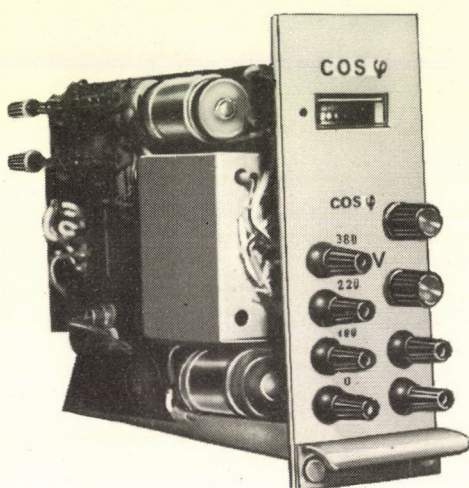
Kialakítás, mechanikai konstrukció

A készülék modul rendszerben épül fel 65 mm × 176 mm-es előlapegység mérettel. Az elektronikus áramkörök 147 mm × 230 mm-es kártyákra kerültek. A bemenőjelek csatlakoztatása az előlapon elhelyezett csavaros műszercsatlakozókra, míg a kártyákról a kimenőjelek elvezetése DS 120 típ., 20 pólusú, dugaszolható csatlakozósávval történik. A regisztrálózhoz, ill. a további jelfeldolgozáshoz árnyékolt kábelekkel csatlakozhatunk a műszerdobozra rögzített 5 pólusú csatlakozókról.

Az előlapokon az egyes kimenő jelek szabályozószervein kívül Deprez-rendszerű profil ki-



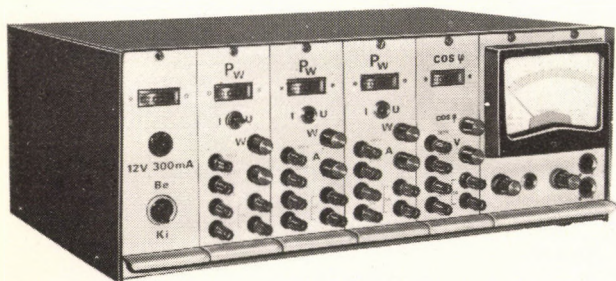
12. ábra. Teljesítménymérő egység képe



13. ábra. $\cos \varphi$ -mérő egység képe

jelzőműszerek vannak, melyeket beépített kapcsolóval kiiktathatunk.

Egy teljesítménymérő egység fényképét a 12. ábra, a $\cos \varphi$ -mérő egységet pedig a 13. ábra mutatja. A bedobozolt készülék a 14. ábrán látható.

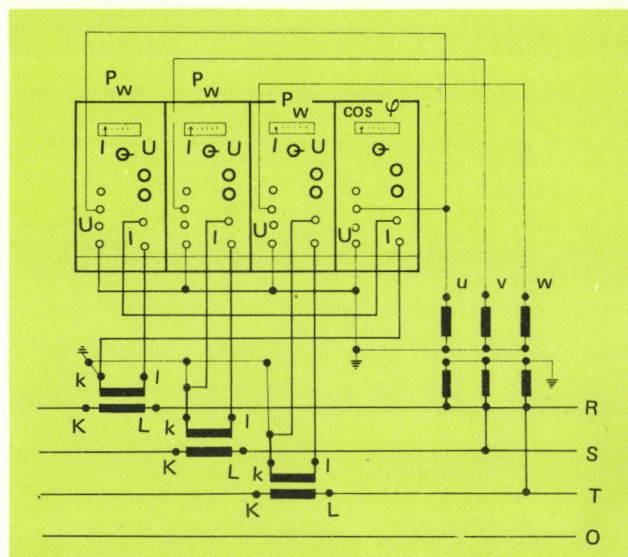


14. ábra. A teljes készülék képe

Az egységek felépítésénél, tekintettel az ipari körülményekre, nagy megbízhatóságú elemeket alkalmaztunk. Mind a teljesítménymérő, mind a $\cos \varphi$ -mérő egységek feszültségváltói az igen kis veszteségű Permenorm 5000 Z típusú, Wacuumsmelze gym. lágyvasanyagból készültek. Érzékelőként egységesen az MB 23 típusú, Siemens gyártmányú hallotronokat alkalmaztunk a teljesítménymérőnél mag-, a $\cos \varphi$ -mérőnél köpeny típusú ferrit mágneses körökben. Az MB 23 típusú félvezető indium-arsenid anyagú, amelyre a kis hőmérsékletfüggés jellemző. Külön hőmérsékletkompenzációt nem alkalmaztunk, tekintve, hogy a kialakult gyakorlat szerint, tiszta ohmos terheléssel célszerű közvetlenül a mérés megkezdése előtt az összeállított kapcsolással kalibráló mérést végezni.

Alkalmazási lehetőségek

Az ismertetett berendezés alkalmas egy- és háromfázisú hálózatokban hatásos teljesítmény, $\cos \varphi$, valamint a mérőkörtől galvanikusan független áram és feszültség mérésére, ill. regisztráló működtetésére. Ezenkívül háromfázisú hálózatokban meddő teljesítmény mérése is elvé-



15. ábra. Teljesítmény- és $\cos \varphi$ -mérés háromfázisú hálózatban, mérőváltók felhasználásával

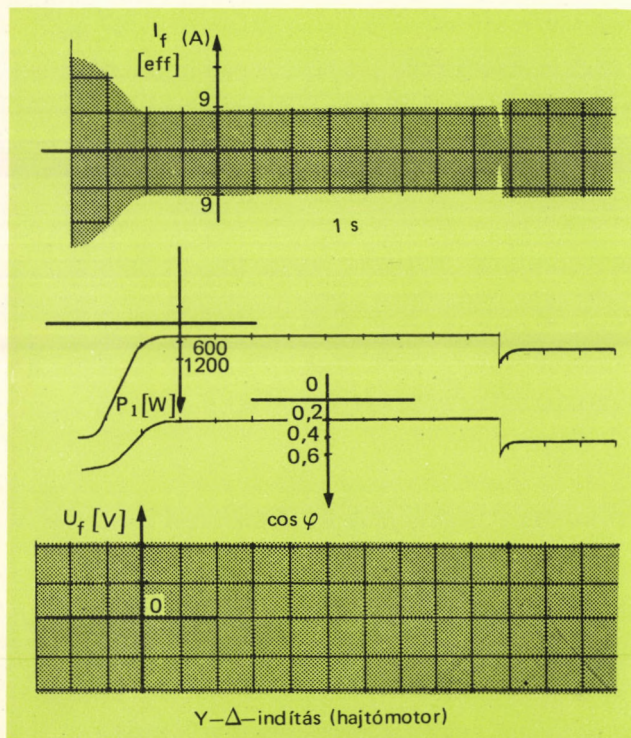
gezhető, felhasználva, hogy szimmetrikus rendszerben az egyik adott fázisfeszültség és két

másik fázis között mérhető vonali feszültség között éppen 90° -os fáziseltolás van, amint már a 11. ábrán bemutatott kapcsolásnál láttuk.

Az egyes fázisok teljesítményével arányos kimenő jeleket egyenként vagy összegükben is regisztrálni lehet, mivel a kimenő egyenfeszültségek minden további nélkül összegezhetők.

Mint ismeretes, a hárommérőrendszeres teljesítménymérés aszimmetrikus feszültségrendszer és terhelési viszonyok mellett is helyes eredményt ad [4].

A 15. ábra példaként négyvezetékes háromfázisú hálózat egy lehetséges mérését mutatja, áram- és feszültségváltó alkalmazásával. A mérőerősítő, többcsatornás regisztráló három hatá-
sos teljesítményt, egy $\cos \varphi$, valamint az egyik fázis áramát és fázisfeszültségjelét rögzíti. Természetesen az adók alkalmasak más, az erős-
áramú méréstechnikában szokásos összeállítás (pl. Áron-kapcsolás) megvalósítására.



16. ábra. 6 kVA-es motorgenerátor 3×380 V, 50 Hz-es hálózatra kapcsolt meghajtó motorjának villamos jellemzői

A 16. ábra 6 kVA-os, 50, 200 Hz-es motorgenerátor 380 V-os, 50 Hz-es hálózatra kapcsolt meghajtó motorjának villamos jellemzőit mutatja az idő függvényében, a 200 Hz-es hálózatban leterhelt köszörűmotor esetén. Sorrendben az R-fázis árama, teljesítménye, a $\cos \varphi$, valamint a feszültség regisztrátuma látható.

Ezúton is megköszönöm Wolf József munkatársamnak a konstrukció kialakításában való részvételét.

Irodalom

- [1] Giriat, W. — Rauluszkiewicz, J.: A hallotron. Bp. Műszaki Kvk. 1965.
- [2] Pinkszner, A. P. — Bogomolov, V. N.: Hallotronok alkalmazása az automatikában. Bp. Műszaki Kvk. 1965.
- [3] Liska J. — Retter Gy.: Váltakozóáramok elmélete I., II. rész. Bp. Tankönyvk. 1958.
- [4] Istvánfy Gy.: Villamos gépek mérése, I. Bp. Tankönyvk. 1953.
- [5] Horváth J.: Hall-effektus alapján működő villamos teljesítménymérők. *Mérés és Automatika*, 1967. 7—8. 321—324 p.
- [6] Horváth J.: Hallotronok alkalmazása az automatikában. *Műszeripari Kutatóintézet Közleményei*, 1966. 6. sz. 39—49 p.
- [7] Karger, H.: Üzemi berendezések erősáramú technikájában mért mennyiségek mérőátalakítói. Metrawatt AG. NSZK Mérés- és szabályozástechnikai hét. Bp. 1973. Előadás.
- [8] Vörös K.: Hall-generátorral működő teljesítménytávmérő. *Villamos Energetikai Kutató Intézet Közleményei*. 367. sz.
- [9] Pankala, H.: Übersicht über elektronische Multiplikationsverfahren. *Messen, Steuern, Regeln*, 1960. 6. 359—267 p.
- [10] Szentirmai E.: Mágneses jeltároláson alapuló fordulatszám- és sebességmérés. *Műszerügyi és Méréstechnikai Közlemények*, 1971. 11. sz. 13—22 p.
- [11] Vécsei I.: Nagy indukciós motorok mérési gyakorlata. MTA Műszerügyi Szolgálatának Közleményei, 1970. 9. sz. 21—28 p.
- [12] Statischer Messumformer für Leistung. Landis et Gyr AG. gyártmánykatalógus.
- [13] Horváth J.: Hall-hatáson alapuló egyfázisú teljesítmény távadók tervezési és üzemi kérdései. *Műszeripari Kutatóintézet Közleményei*, 1969. 10. sz. 26 p.
- [14] Др. Хорват, Я. к. т. н. Вопросы проектирования датчиков электрической мощности основанных на эффекте Холла и их применение в автоматике. IFAC II. nemzetközi konferenciája, 1967., Várna.
- [15] Др. Хорват, Я. — Вечей, И.: Вопросы проектирования и работы однофазных датчиков мощности основанных на эффекте Холла. „Автоматизация 69“, Москва. (Kongresszus és kiállítás).

Vécsei István

A korszerű mérés technika alapja a megfelelő műszerezettség

**A tudományos kutatás,
a műszaki fejlesztés,
a korszerű
alapanyag- és gyártmányellenőrzés**

eredményessége döntően függ a műszerezettségtől.
A műszertechnika gyors fejlődése és differenciálódása
miatt ma már nem lehet méréseihez minden műszert meg-
vásárolnia, de ez nem is gazdaságos.

HASZNÁLJON MÉRÉSEIHEZ KÖLCSÖNMŰSZEREKET!

Kölcsönműszerek segítségével:

műszerezettsége mindig korszerű lesz;
beruházás előtt meggyőződhet az egyes műszerújdontságok
alkalmazhatóságáról;
rövid idejű méréseihez nem kell nagy összegű beruházást
igényelnie;
javítás idejére pótolhatja meghibásodott műszerét;
hosszú műszerbeszerzési idő esetén is haladéktalanul el-
kezdheti vizsgálatait.

ÖN IS VEGYE IGÉNYBE KÖLCSÖNMŰSZEREINKET!

Kérjen mérésekkel, műszerbeszerzéssel kapcsolatos szak-
tanácsadást!
Jelentse be szabad mérési kapacitással rendelkező vagy
átmenetileg kihasználatlan műszereit kölcsönzésre!

Felvilágosítás és műszerkölcsönzés:

**MTA MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA
MŰSZERKÖLCSÖNZÉSI OSZTÁLY**

BUDAPEST V., MARTINELLI TÉR 3. TELEFON: 181-400, 188-824

A 2...100 000 Hz frekvenciatartományba eső akusztikus jelek mérési lehetőségei

Az utóbbi években mind nagyobb érdeklődést keltő környezetvédelmi programok egyik jelentősnek mondható célkitűzése zajos környezetünk csendesítése. E téren jelentős erőfeszítéseket is tesznek különféle szervezeteink.

Az aktív zajelhárítási munka első feladata a zajforrás akusztikai jellemzőinek mérése. A cikk keretén belül ismertetjük a Mérésszolgáltató Osztály kiválasztott méréseit, melyek e témán belül — a hazai szempontokat figyelembe véve — egyrészt újszerűek, másrészt pedig néhány érdekes zajféleségről tájékoztatnak. Mondanivalónk lényeges, távolbamutató célkitűzése, hogy felhívja a figyelmet: a szűkebb értelemben vett „hallható hangok” vizsgálata mellett foglalkoznunk kell az egészségre ártalmas infra- és ultrahangok mérésével is.

Infrahang mérése

Az infrahang tartományba eső zajjelenségek jelenléte régóta ismert, a Nobel-díjas *Békésy György* már 1936-ban egészen 1 Hz-ig elkészítette az infrahangok hallásküszöbtáblázatát. Mérési sorozatait azóta több kutató reprodukálta; így 1967-ben a salfordi egyetemen *Norman Yeowart*, az állami fizikai laboratóriumban pedig *Douglas Robinson* végzett hasonló vizsgálatokat. Mindkét kutató vizsgálati eredményei jó egyezést mutattak *Békésy* jóval előbb kapott adataival.

A hallásküszöb-vizsgálatok tapasztalatai szerint az 50 Hz-nél kisebb frekvenciájú hangok

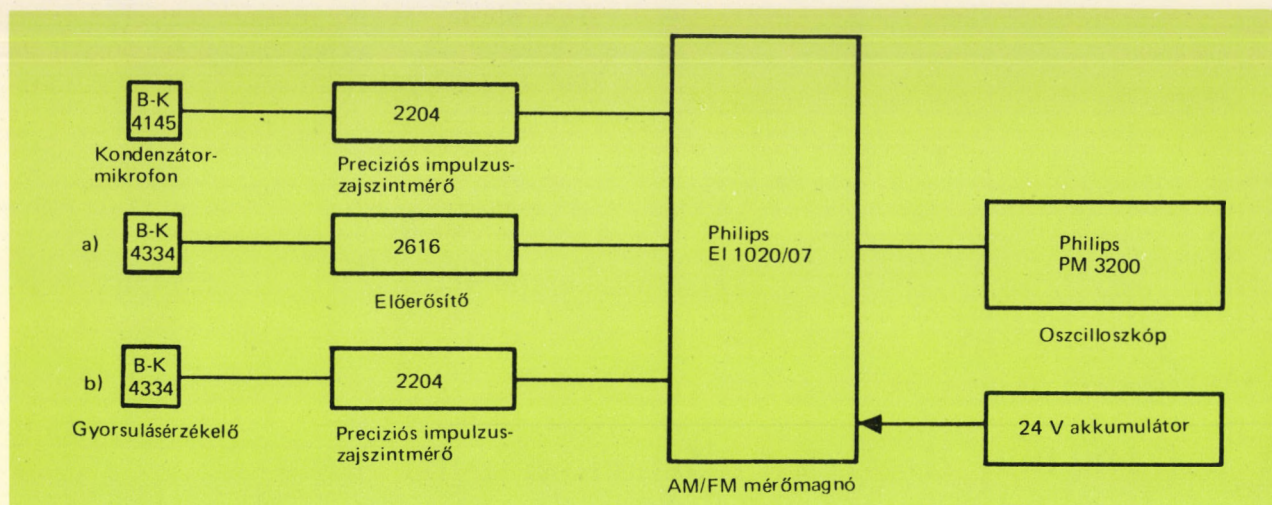
lágyabb tónusúaknak hatnak, azonban 15...18 Hz körül hirtelen igen kellemetlenné válnak, pattogásszerű hangérzetet idéznek elő. Az 5 Hz körüli frekvenciájú hangok pedig a dobhártyát rezonanciába hozzák. A nagyintenzitású infrahangok hányingert, pirulást, szédülést, fejfájást okozhatnak. Angol kutatók vizsgálata szerint a 2...15 Hz frekvenciatartományba eső, 105 dB intenzitású hangok növelik a látási reakció-időt és egyensúlyérzékelési zavarokat idéznek elő.

E hatások veszélyességének jelentőségét fokozza, hogy az iparban és a közlekedésben egyre több olyan gép, motor, jármű és berendezés működik, amely infrahangot bocsát ki: pl. a repülőgépmotorok járatása közben erős 8 Hz, nagyteljesítményű ventilátorok üzemeltetésekor 7 Hz, a nagyolvasztók közelében pedig ugyancsak 7 Hz frekvenciájú hangok, a nagyobb sebességgel haladó személygépkocsi belsejében 16 Hz frekvenciájú, és az öntözőművek szivattyúállomásain 20...30 Hz frekvenciájú — 100 dB feletti — zajszintek keletkezhetnek.

Jellegzetes mérési példaként egy személygépkocsi kocsiszekrényének belső zajszintvizsgálatáról számolunk be.

ZSIGULI személygépkocsi belső zajszintjének vizsgálata

A személygépkocsi akusztikai vizsgálatát a Közüti Közlekedési Tudományos Kutató Intézet megbízására végeztük el. A vizsgálat célja töb-



1. ábra. A Zsiguli gépkocsi zaj- és rezgésmérésénél alkalmazott műszerösszeállítás blokkvázlata

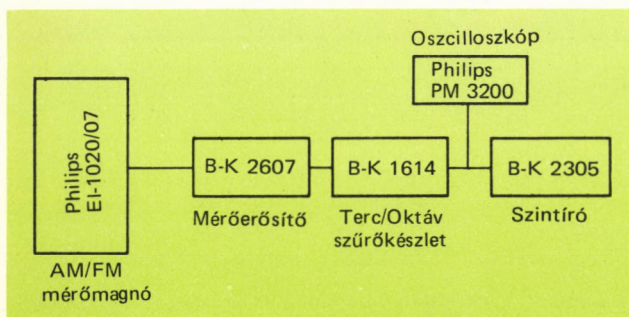
bek között, a gépkocsi meghatározott sebességű haladása közben a gépkocsivezetőt érő zajhatások megállapítása volt, az infrahangú zajszintek figyelembevételével. A mérési feladatot a gépkocsi haladó mozgása miatt csak telepes üzemi műszerekkel végezhetjük. Az 1. ábrán látható mérőlánc minden tagja alkalmas telepes üzemi. Akusztikus mérőátalakítóként Brüel—Kjaer gyártmányú, 4145 típusú kondenzátormikrofont használtunk. A mikrofon alsó határfrekvenciája 1,5 Hz, vagyis alkalmas infrahangok érzékelésére. A mikrofon és az egyéb jellemzők méréséhez használt mérőátalakítók villamos jeleit Philips gyártmányú, ANALOG-7 típusú AM FM rendszerű mérőmagnetofonnal rögzítettük. A mintavétel időtartamát 64 s-ra választottuk. A magnetofont FM-üzemmódban használtuk, 76 cm/s szalagsebességgel. Ez 0...1250 Hz frekvenciatartományban lineáris felvételi lehetőséget biztosított.

A mérést az Ercsi—Adony közötti (38—47 km jelzésű) útszakaszon végeztük, ez az útszakasz a hasonló típusú járművizsgálatokhoz is mint „etalon országút” szerepel. A mérés szélmentes időben és száraz felületű betonútszakaszon történt. A zajfelvételek készítése alatt a gépkocsi 90 km/h sebességgel haladt, a motorfordulatszám maximális, a sebességváltó harmadik fokozatban volt.

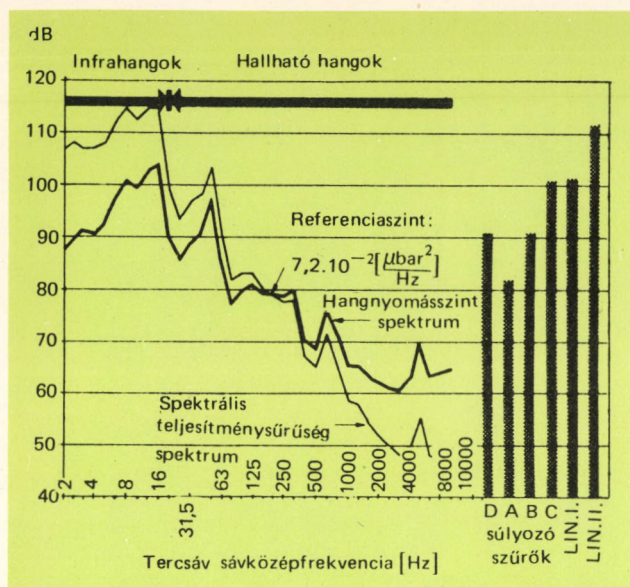
A helyszínen készített zajfelvételekről a 2...10 000 Hz frekvenciatartományban tercsávós, a 31,5...8000 Hz tartományban pedig oktávsvávós felbontású frekvenciaanalízist készítettünk a 2. ábrán látható műszerösszeállítással.

Az analízis során kapott tercsávós hangnyomásmáshozintek diagramja a 3. ábrán látható. Szembetűnő, hogy az infratartományba eső hangnyomásmáshozintek a legnagyobbak; a 2 Hz...10 kHz átvitelű „lineáris” és a 22,5 Hz...10 kHz átvitelű „lineáris” szűrőkkel mért hangnyomásmáshozintek között mintegy 10 dB-es különbség tapasztalható. A görbe frekvenciamenetét vizsgálva látható, hogy a maximális hangnyomásmáshozint (103,9 dB) a 16 Hz sávközépfrekvenciájú tercsávba esik, ez jól egyezik az irodalmi adatokkal, és valószínűleg a gépkocsi-szekevény aerodinamikai gerjesztéséből származik. Az 50 Hz-es frekvenciasávban található kiemelés a gépkocsi-szekevény belső méreteitől függő longitudinális állóhullámokkal magyarázható.

A görbe további menetében található egyéb kiemelések részben a motorzajt, részben a kerékzajt, ill. a szellőztető zaját reprezentálják.

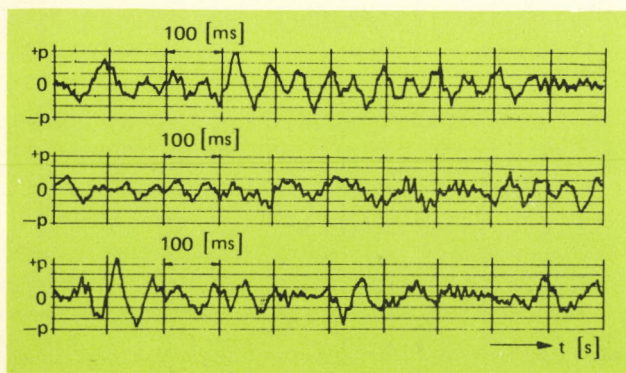


2. ábra. A laboratóriumi frekvenciaanalízisnél alkalmazott mérési elrendezés blokkvázlata



3. ábra. A 90 km/h sebességgel haladó Zsiguli személygépkocsi belső zajszintje
A „Lin.I” szűrő a 22,5–10 000 Hz, a „Lin.-II” szűrő pedig a 2–10 000 Hz frekvenciasávot fogja át

A frekvenciaanalízis eredményei tükrözik ugyan azt a megállapításunkat, hogy a gépkocsi-szekrény belsejében igen jelentős hangnyomásszintű infrahangok képződnek — a frekvencia-jelleggörbe önmagában azonban még nem ad teljesértékű információt a zajjelenség összes tulajdonságairól. Ezért a magnószalagra felvett zajjelenségről — megfelelő frekvenciatranszformáló alkalmazásával — egy Hottinger gyártmányú, He-1 típusú oszcillográffal felrajzoltattuk a zaj időbeni változásait, az eredeti 64 s tartamú felvételtől.



4. ábra. Oszcillográffal készített hangnyomásszint-időfüggvények a 90 km/h sebességgel haladó Zsiguli gépkocsi belső zajszint-jéről

A 4. ábrán látható hullámalak-felvételeket úgy készítettük, hogy az eredeti felvételtől 20 s-ként 1—1 s hosszúságú mintát regisztráltunk.

1. táblázat

Zsiguli személygépkocsi belső zajszintvizsgálatának mérési eredményei

Tercsáv közép-frekvencia [Hz]	Hangnyomás-szint 0 dB = $2 \cdot 10^{-4}$ [$\frac{\mu\text{bar}}{\text{dB}}$]	Spektrális teljesítménysűrűség [$\frac{\mu\text{bar}^2}{\text{Hz}}$]
2	87,4	$4,755 \cdot 10$
2,5	89,5	$6,118 \cdot 10$
3,15	91,7	$8,067 \cdot 10$
4	90,6	$4,968 \cdot 10$
5	92,3	$5,827 \cdot 10$
6,3	97,3	$1,474 \cdot 10^2$
8	100,7	$2,556 \cdot 10^2$
10	99,5	$1,543 \cdot 10^2$
12,5	103,7	$3,218 \cdot 10^2$
16	103,9	$2,641 \cdot 10^2$
20	89,3	$7,360 \cdot 10^0$
25	85,4	$2,370 \cdot 10^0$
31,5	88,9	$4,230 \cdot 10^0$
40	90,8	$5,201 \cdot 10^0$
50	97,0	$1,721 \cdot 10$
63	85,8	$1,042 \cdot 10^0$
80	76,9	$1,064 \cdot 10^{-1}$
100	79,9	$1,690 \cdot 10^{-1}$
125	80,9	$1,688 \cdot 10^{-1}$
160	79,3	$9,160 \cdot 10^{-2}$
200	79,2	$7,200 \cdot 10^{-2}$
250	78,7	$5,088 \cdot 10^{-2}$
315	80,0	$5,452 \cdot 10^{-2}$
400	70,5	$4,854 \cdot 10^{-3}$
500	69,6	$3,130 \cdot 10^{-3}$
630	76,3	$7,316 \cdot 10^{-3}$
800	71,8	$3,292 \cdot 10^{-3}$
1000	65,5	$6,140 \cdot 10^{-4}$
1250	65,4	$4,759 \cdot 10^{-4}$
1600	63,4	$2,353 \cdot 10^{-4}$
2000	62,2	$1,435 \cdot 10^{-4}$
2500	61,0	$8,643 \cdot 10^{-5}$
3150	60,9	$6,708 \cdot 10^{-5}$
4000	62,9	$8,436 \cdot 10^{-5}$
5000	70,0	$3,432 \cdot 10^{-5}$
6300	63,8	$6,584 \cdot 10^{-5}$
8000	64,0	$5,463 \cdot 10^{-5}$
10000	65,5	$6,140 \cdot 10^{-5}$
D	90,7	—
A	81,7	—
B	90,6	—
C	100,9	—
Lineáris I. [22,5 Hz ... 10 kHz]	101,0	—
Lineáris II. [2 Hz ... 10 kHz]	111,3	—

A tercásos mérések átlageredményeit az 1. táblázatba foglaltuk. A hangnyomásszinteket a $0 \text{ dB} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ } \mu\text{bar}$ referencia hangnyomásszinthez viszonyítottuk. A táblázatban közöljük a hangnyomásszinteket, spektrumszinteket és a spektrális teljesítménysűrűség értékeit.

A gépkocsira ható, áramlásból származó terhelések jellemzéséhez fontos a spektrális teljesítménysűrűség ismerete. Ezt frekvenciaanalizátorokkal közvetlenül nem tudjuk mérni, ezért a sávós hangnyomásszintekből — a következő összefüggés alapján számítással határozhatjuk meg:

$$W[f] = \frac{p}{B} \quad (1)$$

ahol p hangnyomásszint,
 B az effektív szűrőszélesség.

Az (1) összefüggésben szereplő hangnyomásszint a:

$$p = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T x_B^2(t) dt} \quad (2)$$

összefüggésből számítható,

ahol T átlagolási idő,
 x pillanatnyi hangnyomásszint.

Így p és B ismeretében a spektrális teljesítménysűrűség számítható. A hangnyomásszint ugyanis mért adatként áll rendelkezésünkre, a kérdéses szűrő effektív sávzélességét pedig viszonylag egyszerű módon meg lehet határozni. Legtöbb akusztikai mérés esetében azonban kielégítő pontosságú eredményt kapunk, ha a szűrő félértékzélességénél mért sávzélességek figyelembevételével végezzük el számításainkat. Az ilyen szűrő-idealizálásból származó hiba kb. 0,5 dB-es nagyságrendű. A spektrális teljesítménysűrűség számításánál mi is az utóbbi eljárást követtük, a számított eredményeket az 1. táblázatban foglaltuk össze, de a 3. ábrán a hangnyomásszint függvény mellett a spektrális teljesítménysűrűség spektrumot is ábrázoltuk.

A haladó gépkocsi belső zajszintjének hangosság meghatározását a Stevens-féle módszer segítségével végeztük el. Stevens a hangosság mértékének meghatározására az

$$S_t = S_m + F \left(\sum_i S_i - S_m \right) \quad [\text{Son}] \quad (3)$$

összefüggést állította fel.

ahol S_t a keresett hangosságérték,
 S_m a legnagyobb hangosságérték,
 F a sávzélességre jellemző állandó (értéke oktávszűrő esetén 0,3, tercászűrő esetén pedig 0,15).

Ezzel a jellemző hangosságérték

$$S_t = 54,72 \text{ Son} \quad [\text{OD}]$$

értékre adódott.

Továbbá meghatároztuk a son-értéknek megfelelő hangosság szint értéket phon-ban, [P] kifejezve, az alábbi összefüggés alkalmazásával:

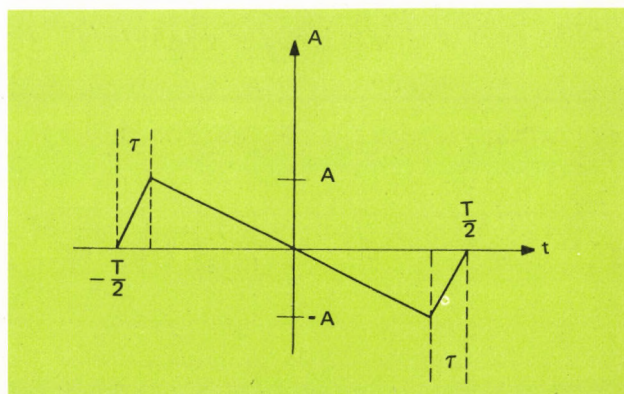
$$P = 40 + 10 \log_2 S_t \quad (4)$$

A (4) összefüggés alapján a hangosságra 97,74 phon adódott.

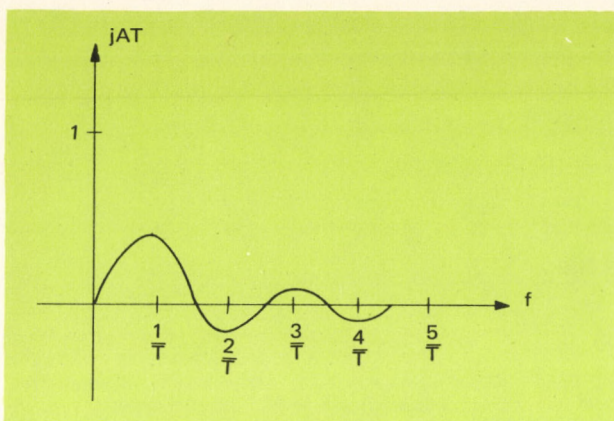
Nagyintenzitású lövés zaj mérése

Az utóbbi években világszerte jelentős figyelmet fordítanak a nagyintenzitású akusztikai impulzusok tulajdonságainak megismerésére. Az érdeklődést elsősorban a légiközlekedésben megjelenő szuperszónikus repülőgépek által előidézett hangrobbanások váltották ki, bár máshol is — pl. sok ipari folyamatban — keletkezik impulzív tulajdonságú zajjelenség, nem beszélve a természetes eredetű akusztikai impulzusokról, pl. a villámcsapást kísérő mennydörgésről.

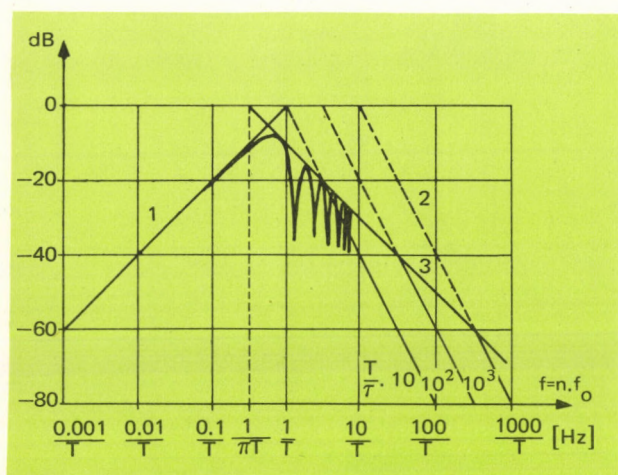
Legtöbb ilyen jellegű zaj intenzitásváltozása az ún. N-típusú impulzus időbeni lefolyását követi. Amplitudó-időfüggvényét és frekvencia-spektrumát az 5. és a 6. ábrán közöljük.



5. ábra. Egy N-típusú impulzus időfüggvénye



6. ábra. Egy N-típusú impulzus frekvencia-spektruma



7. ábra. Egy N-típusú impulzus frekvencia-spektrumának logaritmus ábrázolása
 1 — a 6 dB/oktáv meredekségű felfutásnál az $f_{0dB} = \frac{3}{\pi\tau}$; 2 — a 12 dB/oktáv csillapításnál az $f_{0dB} = \frac{1}{\pi\tau} \sqrt{\frac{T}{\tau}}$; 3 — a 6 dB/oktáv csillapításnál az $f_{0dB} = \frac{1}{\pi\tau}$

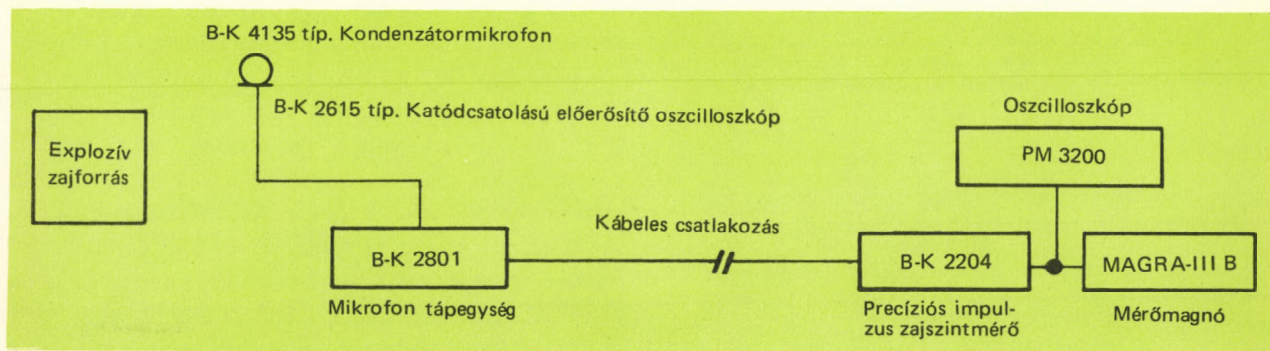
A 7. ábrán pedig az N-típusú impulzus logaritmikus léptékű spektrumát ábrázoltuk, feltüntetve a különböző impulzustartam és emelkedési idő viszonyokhoz tartozó frekvenciajelleg-görbe változásokat.

Esetünkben egy nagyintenzitású lövéseket leadó zajforrás hangfrekvenciás tartományba eső akusztikai tulajdonságait vizsgáltuk.

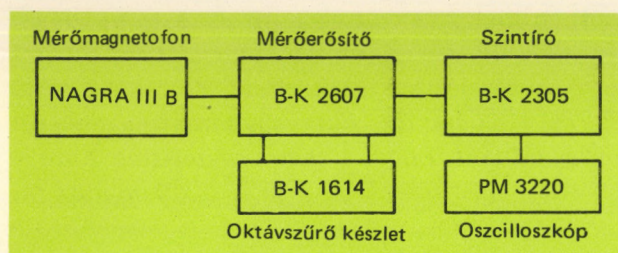
Mikrofonként — figyelembe véve a várható nagy hangnyomásszinteket — Brüel—Kjaer gyártmányú, 4135 típusú kondenzátormikrofont választottunk. Ez 30 Hz ... 120 kHz frekvencia-tartományban lineáris jelleggörbéjű, és max. 170 dB (0 dB = $2 \cdot 10^{-4}$ bar) nagyságú hangnyomásszint mérésére alkalmas. A mérési elrendezést a 8. ábra szemlélteti. A mikrofon a mérés folyamán a zajforrástól kb. 1 m távolságra volt. A zajforrás mellett ezenkívül csak a katódkövető és a mikrofontápegységet hagytuk — a mérőlánc többi tagját a zajforrástól távol helyeztük el. A mérés folyamán oszcilloszkóppal ellenőriztük a 2204 típusú precíziós hangnyomásszintmérő impulzus szempontok szerinti méréstartomány beállítását, valamint az alkalmazott NAGRA-III. B. mérőmagnetofon felvételi beállításait.

A különböző viszonyoknak megfelelő akusztikai jelek frekvenciaanalízisét a 9. ábrán látható műszerösszeállítás segítségével végeztük el.

A magnószalagon tárolt impulzusokat „végtelenített szalaghurok”-módszerrel periodikus jelenségekké alakítottuk át, és a szintíró jelkövetési sebességét a felvételt követő analízishez úgy választottuk meg, hogy az megegyezzen az impulzusméréseknél szabványosan elfogadott 35 ms-os időállandóval. Mi a hangnyomásszint ef-

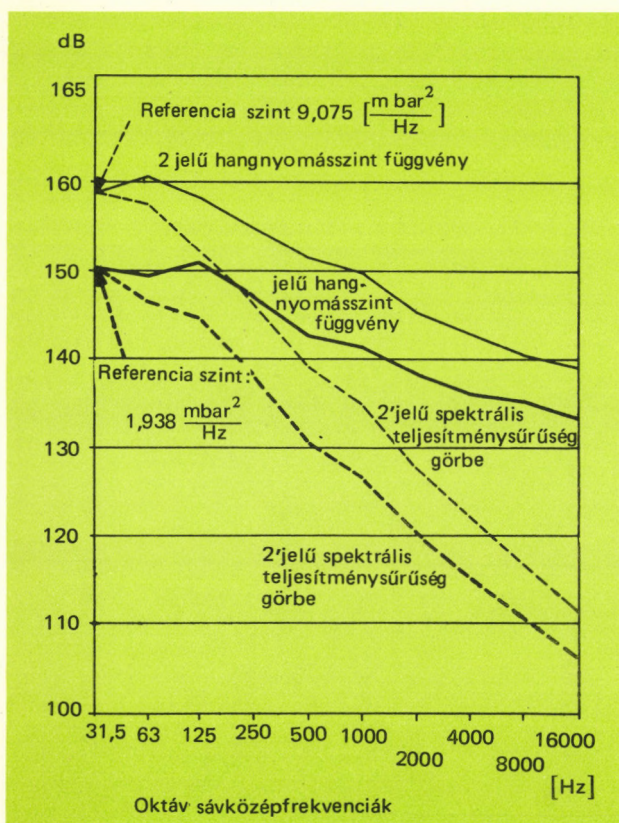


8. ábra. A nagyintenzitású lövés zaj mérésénél alkalmazott műszer-összeállítás



9. ábra. A lövés zaj laboratóriumi oktáv sáv os frekvencianalízisénel alkalmazott műszeres összeállítási blokkvázlata

fektív értékét regisztráltuk, és a két különböző mérési sorozat aritmetikai átlagértékeit ábrázoltuk a frekvencia függvényében a 10. ábrán — a 31,5...16 000 Hz frekvenciatartományban, oktáv sáv os felbontásban. Az ábrán látható 1 jelű görbe a kisebb, a 2 jelű görbe pedig a nagyobb intenzitású mérési sorozat eredményeit ábrázolja. A mérési eredményeket a 2. táblázatban foglaltuk össze. Mindkét hangnyomásszint görbéhez hozzárendeltük a vonatkozó spektrális teljesítménysűrűség görbét is. Referenciaszintjét a 31,5



10. ábra. A lövés zajszint-mérések hangnyomásszint és spektrális teljesítménysűrűség spektrumjai

Hz sávközépfrekvenciájú szűrő sávban mért értékekhez vonatkoztattuk, ez ugyanis — oktáv sáv os felbontásról lévén szó — igen egyszerűen, 3 dB/oktáv értékcsökkenéssel szerkeszthető meg. Ez az ábrázolási mód szemléletesen mutatja, hogy a nagy energiákat képviselő zajjelenségeket itt is a kisfrekvenciás komponensek képviselik.

2. táblázat

Lövés zajszint-mérés eredmények

Frekvencia [Hz]	1. felvétel		2. felvétel	
	p [dB]	P mbar Hz	p [dB]	P mbar Hz
31,5	150,3	$0,1938 \cdot 10$	157,0	$0,907 \cdot 10$
63	149,8	$8,448 \cdot 10^{-1}$	160,6	$1,015 \cdot 10$
125	150,9	$5,502 \cdot 10^{-1}$	158,3	$0,302 \cdot 10$
250	147,0	$1,127 \cdot 10^{-1}$	155,3	$7,615 \cdot 10^{-1}$
500	142,4	$2,100 \cdot 10^{-2}$	151,5	$1,593 \cdot 10^{-1}$
1000	141,4	$7,771 \cdot 10^{-3}$	149,8	$5,377 \cdot 10^{-2}$
2000	138,2	$1,865 \cdot 10^{-3}$	145,4	$9,788 \cdot 10^{-3}$
4000	136,3	$6,042 \cdot 10^{-4}$	143,0	$2,826 \cdot 10^{-3}$
8000	135,3	$2,407 \cdot 10^{-4}$	140,8	$8,548 \cdot 10^{-4}$
16000	133,6	$8,143 \cdot 10^{-5}$	139,3	$3,026 \cdot 10^{-4}$

Hallható frekvenciájú zajok mérése

2500 tonnás olajhidraulikus prés teljes technológiai ciklusának zajvizsgálata statisztikus elemzéssel

A mérést az Alumíniumipari Tervező Vállalat megbízása alapján végeztük el a Székesfehérvári Könnyűfémű Préművében.

Meg kellett állapítani, hogy a présműben elhelyezett különböző típusú gépek működése közben keletkezett zajszint milyen terhelést jelent az ott dolgozók számára. Ennek ismeretében a tervező vállalat megfelelő zajcsökkentési eljárásokat dolgozhat ki.

A présmű alapterülete mintegy 10 000 m². Itt különféle munkagépek működnek: körfűrészek, rotációs kalapácsok, profilgörgős egyengetők, csőhengerlők, excenter-, rúd-, közvetlen- és hidraulikusprések, daruk. E munkagépek egymástól igen eltérő zajjelenségeket produkálnak. Megbízható akusztikai információk gyűjtése végett a présműben 27 olyan mérőhelyet jelöltünk ki, amelyeken a zajviszonyok tipikusan jellemzők a présmű gépeinek üzemére.

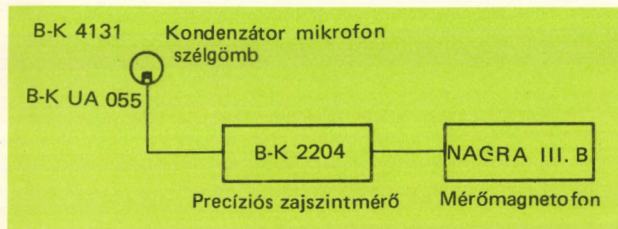
A gépipari zajforrások többsége nem sugároz állandó szintű zajt, különösen, ha egy üzemsarokban egyszerre többfajta gép üzemel.

Ilyen esetekben az ÁBEO szerinti minősítéshez megbízható mérési adatokat csak statisztikus módszerekkel nyerhetünk.

Ennek igazolására végzett méréseinkből kiválasztottuk a présműben üzemelő 2500 tonnás olajhidraulikus prés egyik technológiai ciklusának zajvizsgálatát.

A présnél két mérést végeztünk. Az első esetben — a viszonyíthatóság érdekében — műszakváltáskor mértünk (a prés egyes gépelemei alapjáratban, de terheletlenül működtek), a második esetben egy konkrét préselési technológiai ciklus során fellépő zajszinteket határoztuk meg.

A technológiai ciklusidőt időméréssel határoztuk meg, ez átlagosan 5 min tartamú volt. Mind műszakváltási üzemszünetben, mind pedig munka közben (préselési ciklus) egy-egy 5 min időtartamú zajmintát rögzítettünk mágnesszalagra a 11. ábrán látható műszerösszeállítás alkalmazásával.

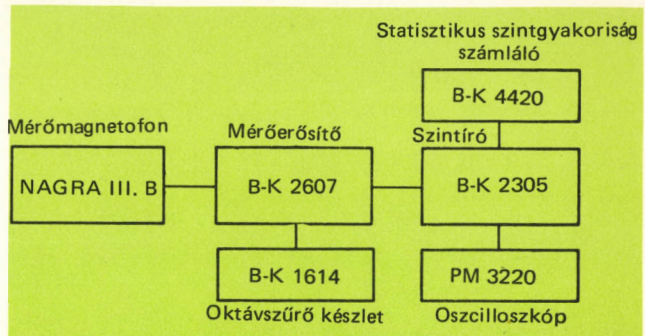


11. ábra. A Székesfehérvári Könnyűfémű prés-művében végzett zajszintméréshez használt műszerösszeállítás blokkvázlata

A helyszínen készített zajfelvételek statisztikus analizisét laboratóriumunkban végeztük el. E munka során a zajmintákról oktávsváros és A, B, C súlyozószűrők, valamint „lineáris” átvitelű szűrőkarakterisztikák bekapcsolásával készítettünk szintgyakoriság elemzéseket.

Szintgyakoriság elemzőként Brüel—Kjaer gyártmányú, 4420 típusú 12 csatornás műszert használtunk. A mérési elrendezés blokkvázlatát lásd a 12. ábrán. A mérés megkezdése előtt próbákkal határoztuk meg, hogy a különféle paramétereknél milyen dB-ben kifejezett csatornaszélességek elégítik ki — a dinamikaváltozások szempontjából — a statisztikus vizsgálati követelményeket. Az elővizsgálatok szerint legtöbb

esetben kielégítő volt az 1 dB-es csatornaszélesség és a 10 dB-es intenzitástartomány, kivétel csak a préselési ciklus közbeni mérésnél a 4000 Hz és a 8000 Hz oktávsvárosközépfrekvenciájú mérésnél volt. Ennél a csatornaszélesség 2,5 dB, az intenzitástartomány pedig 25 dB volt.



12. ábra. A szintgyakoriság elemzés műszeres elrendezésének blokkvázlata

A zajminta 300 s-os hosszúsága miatt a mintavételezési frekvencia periódusidejét az MSZ 11 144 szabványban előírt

$$f = \frac{1}{\pi\tau} \quad (5)$$

összefüggés alapján 0,3 s-ra választottuk. Így a zajminta adott hosszúságából, valamint a mintavételezési frekvencia periódusidejéből következően 1000 esemény szintgyakoriság elemzése vált lehetővé.

Az elemzés során nyert adatokat Hewlett-Packard gyártmányú, 9810 típusú asztali számítógéppel dolgoztuk fel. A számított adatok alapján ábráztuk a 13. és 14. ábrán látható hisztogramokat. Minden esetben meghatároztuk az átlagot (M):

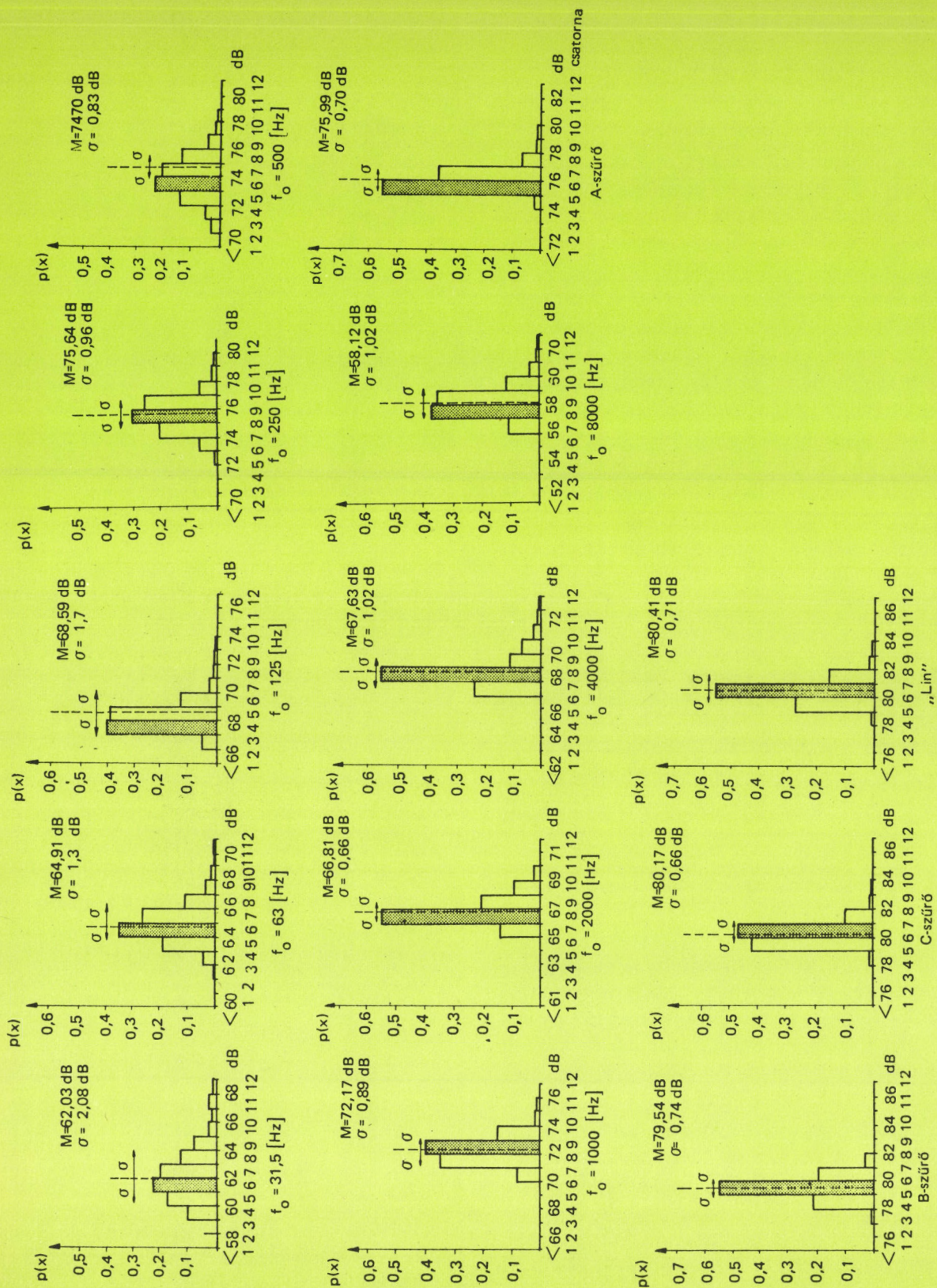
$$M = \sum_{x=0}^{\infty} x p(x) \quad (6)$$

és a szórást (σ):

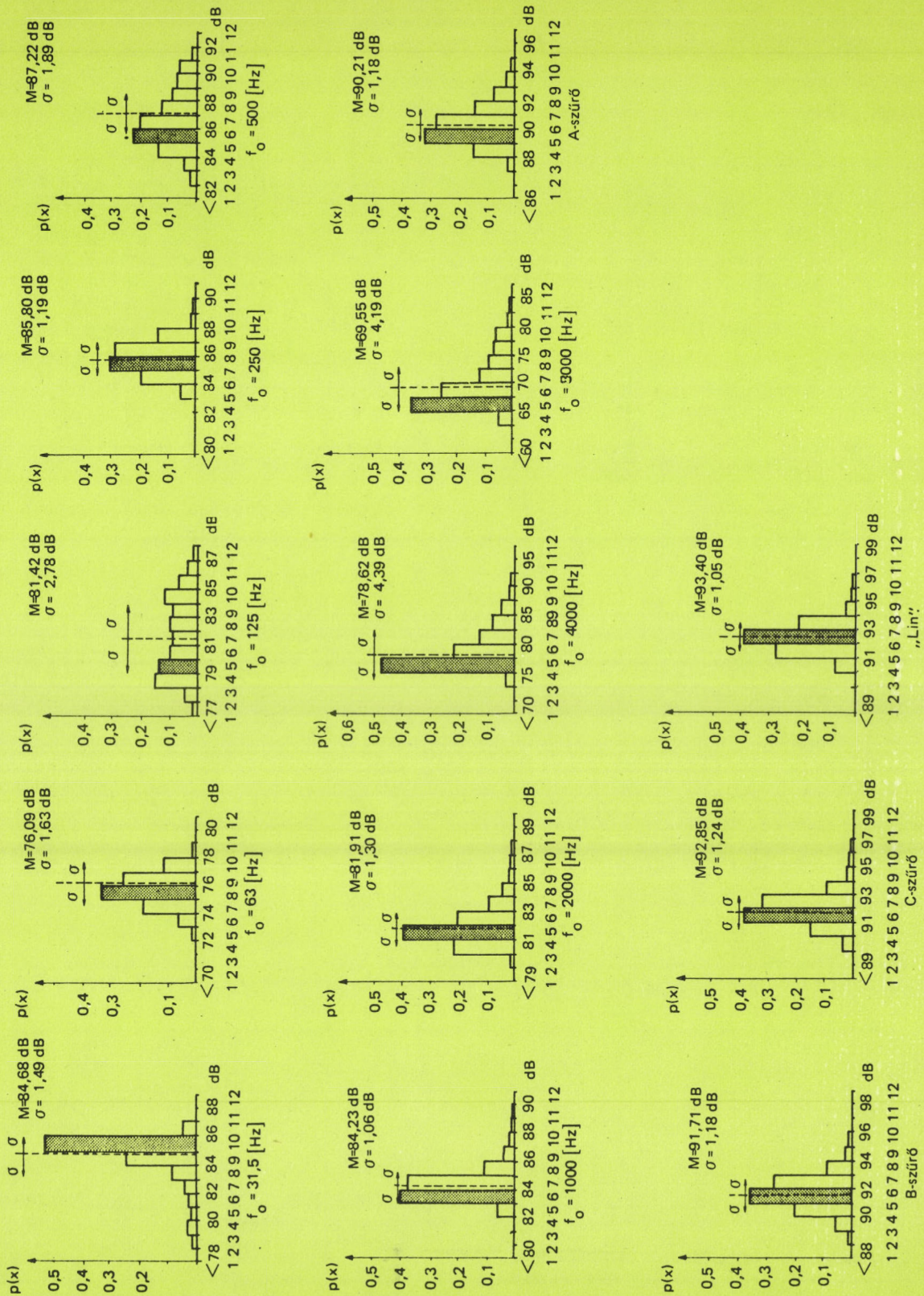
$$\sigma = \sqrt{\sum_{x=0}^{\infty} x^2 p(x)} \quad (7)$$

valamint a hisztogram módosulását (a hisztogramon sötétebb tónussal emeltük ki azt a csatornát, mely a sorozat módusát adja).

A 3. táblázatban összefoglaltuk a különböző paraméterekre kapott, dB-ben kifejezett ered-



13. ábra. A présmű műszakváltása alatt mért háttérzajszint
A mintavételezési idő minden hisztogramnál 5 min



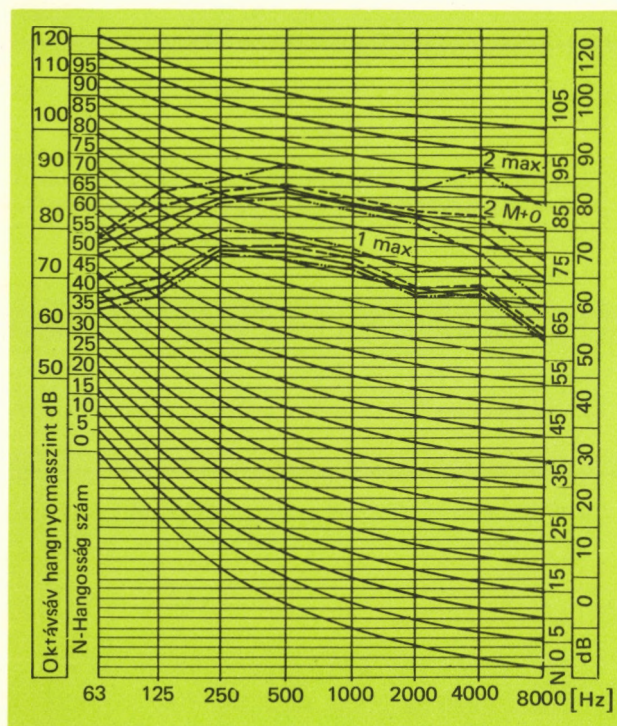
14. ábra. A présműben üzemelő 2500 tonnás prés egy préselési ciklusa alatt mért zajszintek hisztogramjai
A mintavételezési idő minden hisztogramnál 5 min

3. táblázat

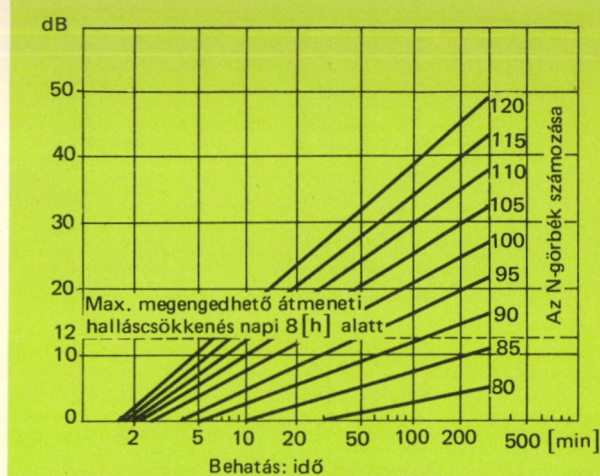
Oktávsváltsók középfrekvenciákon mért hangnyomásszintekből [dB] számított statisztikus adatok

Frekvencia [Hz]	1. felvétel		2. felvétel	
	átlag (M)	szórás (σ)	átlag (M)	szórás (σ)
31,6	62,03	2,08	84,68	1,49
63	64,91	1,3	76,09	1,63
125	68,59	1,7	81,42	2,78
250	75,64	0,96	85,80	1,19
500	74,70	0,83	87,22	1,89
1000	72,17	0,89	84,23	1,06
2000	66,81	0,66	81,91	1,30
4000	67,63	1,02	78,62	4,39
8000	58,12	1,02	69,55	4,19
A	75,99	0,70	90,21	1,18
B	79,54	0,74	91,71	1,18
C	80,17	0,66	92,85	1,24
Lin.	80,41	0,71	93,40	1,05
DIN-Phone	79,54	—	92,85	—
N-hangosság	72,17	—	84,62	—
Mértéktadó				
N-hangosság	72,17	+0,89 -0,89	84,62	+1,45 -2,31

ményeket, azaz a megfelelő szűrőszavokra számításokkal meghatározott átlagot és a szórás. Az így kapott eredményekből — a szórás figyelem-



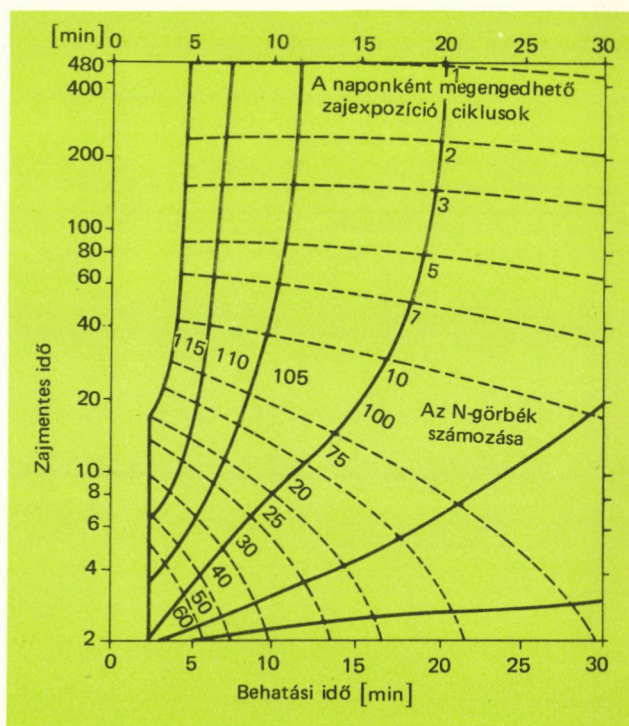
15. ábra. A 2500 tonnás prés üzemszünete [1] és egy préselési ciklusa [2] alatt mért zajszintek
M = átlag; σ = szórás



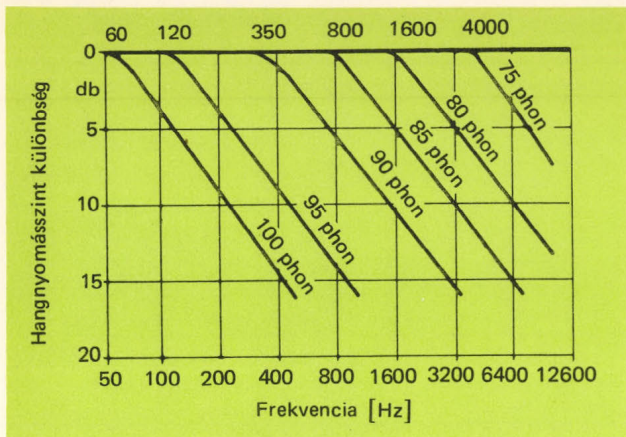
16. ábra. Az ABEÓ IV. Függelék 3. melléklete szerint megengedhető zajbehatások (2000 Hz-en), a zajexpozíció idejének figyelembevételével

bevételével — számításokkal meghatároztuk az N-hangosság mértéktadó értékét.

A 3. táblázatban összefoglalt adatokat ábrázoltuk a 15. ábrán. Addicionálisan ábrázoltuk a műszakváltás közben (1 görbe) és a présműciklus közben (2 görbe) mért maximális értékeket.

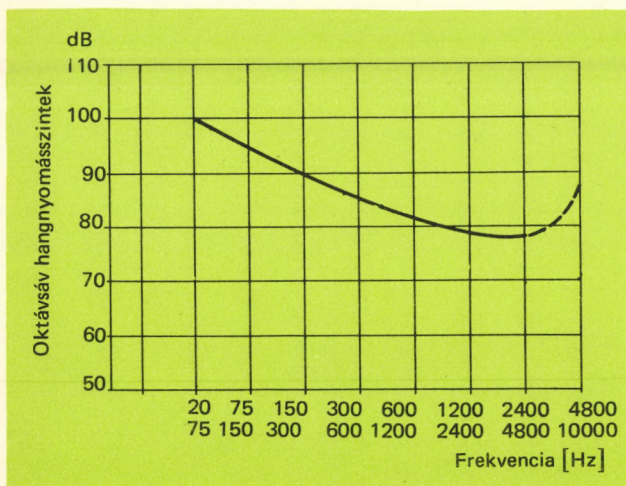


17. ábra. Az ABEÓ IV. Függelék 4. melléklete szerint megengedhető zajterhelések szakaszos zajbehatás esetén



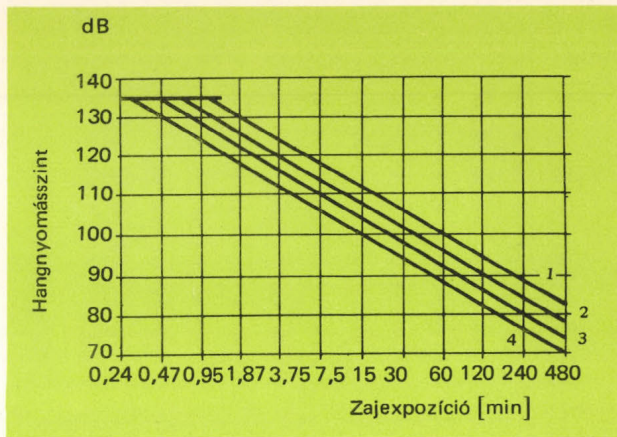
18. ábra. A szovjet Slawin által javasolt max. megengedhető ipari zajhatárértékek. Az egyes izophon-görbékéből számítással meghatározható a maximálisan megengedhető frekvenciafüggő hangnyomásszint

Ily módon igazolhattuk, hogy az esetünknek megfelelő zajjelenségeknél egy véletlenszerűen választott, rövid időtartamú zajminta a várható hangnyomásszint viszonyok félrevezető jellemzésére adhat módot, azaz az üzemi zajszint N-hangosságának meghatározása jelentős relatív hibával rendelkezhet. Ezzel szemben a statisztikus módszerek alkalmazásával történő zajanalízis, ill. eredményközlés jól reprezentálja a várható értékeket.



19. ábra. A Slawin-féle megengedhető zajszintek az oktávsávok függvényében

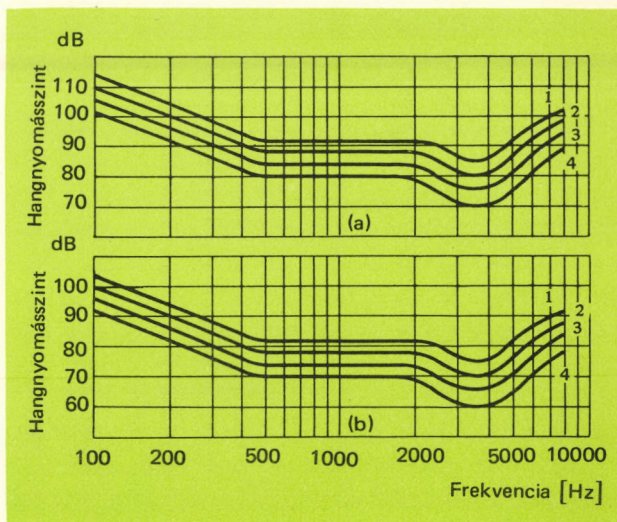
A munkahelyi zajterhelés megállapításához természetesen figyelembe kell venni a zajexpozíció időtartamát, valamint azt, hogy a zajter-



20. ábra. Kryter-féle zajártalom megítélés görbék az életkor szerint paraméterezve
1 — 30 éves, 2 — 30-40 éves, 3 — 40-50 éves, 4 — 50-60 éves

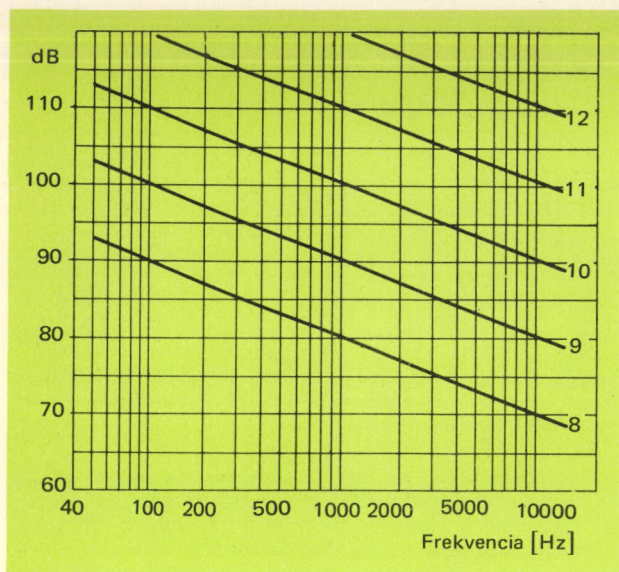
helés állandó vagy szakaszos jellegű. Ezeknek az adatoknak a birtokában már optimálisan dönthetünk a zajcsökkentés kérdésében.

A 16. és a 17. ábrákon ábrázoltuk az utóbb említett tényezők figyelembevételéhez szükséges görbeseregeket (ÁBEÓ IV. Függ., 3. 4. melléklet). A zajártalmak pontos és körültekintő értékeléséhez nem elegendők a közölt görbék, — anélkül, hogy a teljességre törekednénk, még néhány, a zajártalom megítélésénél jól hasznosítható függvénykapcsolatot is közlünk (18...



21. ábra. Kryter-féle zajártalom megítélés görbék az életkor figyelembevételével

a) 8 órás időtartamú szélessávú zajbehatásra vonatkozó zajártalom megítélés (oktávsávokban mért értékek); b) a kritikus zajsávokra, ill. tiszta hangokra vonatkozó zajártalom megítélés



22. ábra. Cremer-Lübcke-féle zajártalom megítélések

8 görbe: a zajbehatás elmúltával kisebb hallási zavar; 9 görbe: a zajbehatás elmúltával számos esetben hallászavar; 10 görbe: a zajbehatás elmúltával a halláskárosodás gyakori; 11 görbe: néhány órai zajbehatás halláskárosodást eredményezhet; 12 görbe: halláskárosodás elkerülhetetlen

22. ábrák), melyek általánosan elfogadott empirikus adatokat tartalmaznak.

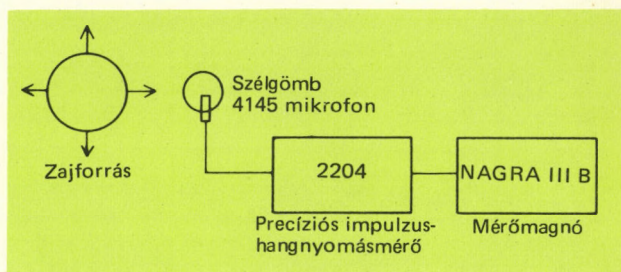
A Tiszai Hőerőmű Vállalat akusztikailag csillapított gőz-szabadrafúvó rendszere által keltett zaj mérése a folyamatos kazánterhelés változtatás függvényében

A mérés célja itt az volt, hogy egy új típusú hangtompítóval ellátott gőz-szabadrafúvó rendszer milyen τ értékben csillapítja a folyamatos kazánterhelésváltoztatás során keletkező frekvenciafüggő hangnyomásszinteket — a zajforrástól 3—5—10—15 ill. 500 m távolságban.

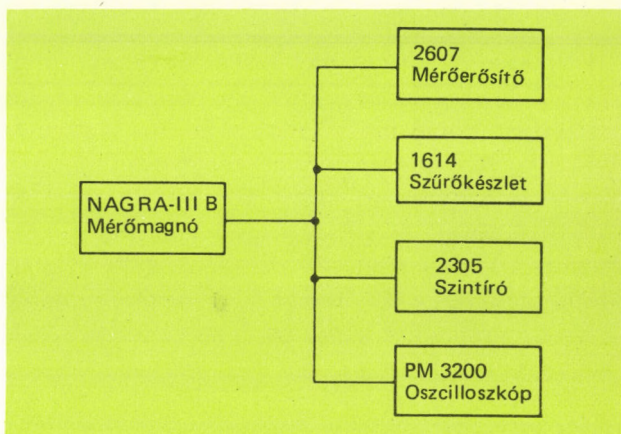
A méréseket az erőmű tetejére felszerelt, a 3. számú kazánhoz tartozó H-típusú PHONOSTOP hangtompítóval ellátott lefúvató rendszer környezetében, valamint az erőműtől kb. 500 m távolságra lévő lakótelepen, a főútvonal mellett végeztük.

A méréshez használt műszerek a 23. ábrán láthatók. A helyszínen mérőmagnóval rögzítettük a zajforrás üzemeltetése közben keletkező zajszinteket, majd az így rögzített akusztikai információk kiírását a 24. ábrán látható mérőlánc-

cal végeztük el. A hangnyomásszint időbeni változásait, ami tulajdonképpen a folyamatos kazánterhelés változtatásból származik, oktávsvonként vizsgáltuk.



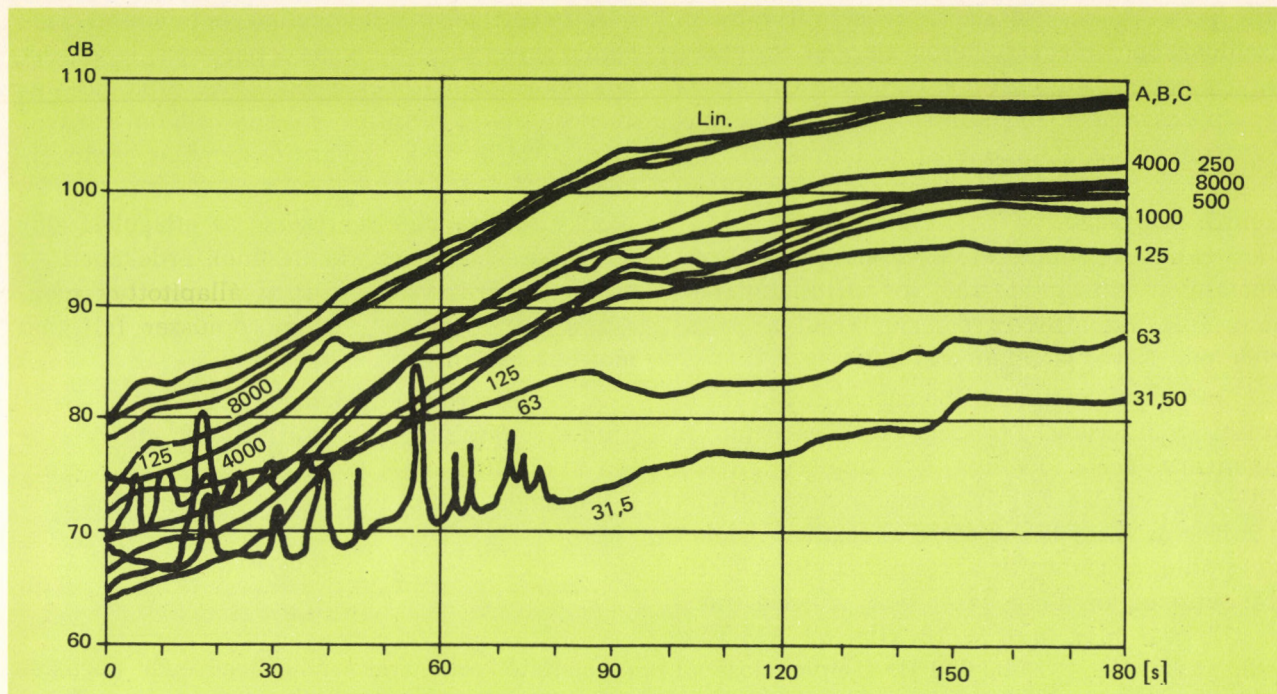
23. ábra. A gőz-szabadrafúvó rendszer mérésénél alkalmazott műszerösszeállítás blokkvázlata



24. ábra. A laboratóriumi frekvenciaanalízisnél alkalmazott műszerösszeállítás blokkvázlata

A 25. ábrán a zajforrástól 3 m távolságban mért hangnyomásszintek oktávsvonként vizsgált változásait szemléltetjük a szakaszosan feltüntetett gőzmennyiségváltozás és a szelep nyitási-változás függvényében. A hangnyomásszint frekvenciától független értékeit a „lineáris” szűrő bekapcsolásával készült regisztrátum reprezentálja.

A 26. ábrán összefoglalva mutatjuk az egyes mérőhelyeken mért maximális hangnyomásszinteket a frekvencia függvényében. A görbék mellett lévő számok a mikrofonnak a zajforrástól való távolságát jelzik. A görbéket tanulmányozva úgy látszik, mintha a közeltérben mért hangnyomásszintek eredményei sértenék az $1/r^2$ -távolságtörvényt. Az így adódott eredmények oka, hogy az erőmű kazánterhelésvál-



25. ábra. A PHONOSTOP hangtompítóval felszerelt gőz-szabadrafúvó rendszertől 3 m távolságra mért zajszintek időbeni változása a frekvenciaösszetevők és kazánterhelés-változások figyelembevételével

toztatása nem volt számszerűen reprodukált. Egyrészt ezért nem közöltük az ilyenkor szokásos $1/r$ -viszonyok grafikus ábrázolását, másrészt pedig azért, mivel az „500 m”-nyi távolságot csak becsült értéként szolgáltatta a megbízó.

Ennek ellenére a csillapodásváltozások szembevetőnek. A nagy távolságú felvételnél jól felismerhető a nagyobb frekvenciájú zaj növekvő

mértékű csillapodása, ez főként a levegő és a talaj hangelnyelő tulajdonságaiból következik.

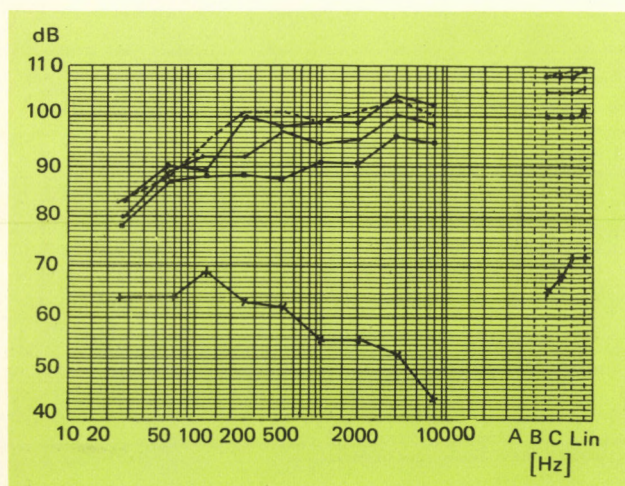
Ultrahang vizsgálat

Egy számítógép-jelfogó akusztikai vizsgálata

Egy zajforrás akusztikai jellemzőinek meghatározása esetében a mérés megrendelőjét a legtöbb esetben csak a hangfrekvenciás tartomány vagy csak annak is szűkebb frekvenciatartománya, pl. 63...800 Hz érdekli, pedig számos esetben a zajforrást jellemző frekvenciakomponensek kívül esnek e tartományon.

Példa erre egy régebbi típusú, francia gyártmányú számítógépben használt jelfogó. Ez nemcsak a hangfrekvenciás, hanem az ultrahang-tartományban is bocsát ki rezgéseket.

A kiszerelt jelfogót fonálra függesztettük, ezáltal kizártuk a környezeti rezgésekből esetleg származható mellékhatásokat. Ultrahang mérésére alkalmas, Brüel-Kjaer-gyártmányú, 4135 típusú kondenzátormikrofont helyeztünk el a jelfogó akusztikai közelterében. A jelfogó tekercsét kb. 1,5 VA teljesítménnyel gerjesztettük, a meg-



26. ábra. A gőz-szabadrafúvó rendszertől különböző távolságokra mért zajszintek

hajtó jel szinuszos, 20 Hz frekvenciájú volt. Az oszcilloszkópos megfigyelések alapján észleltük, hogy a hangnyomásszintek változása csillapodó impulzuscsomagok formájában történik, és ezek nagyfrekvenciás komponenst tartalmaznak, továbbá, hogy a jelek csúcstényezője várhatóan jelentős nagyságú.

Az előzetes szemrevételezés alapján a frekvenciasávot kiterjesztettük az ultrahangtartomány felé. Az effektív értéken kívül a csúcserő mérésével is foglalkoztunk.

A jelfogó akusztikai információit a 27. ábrán látható műszerlánc segítségével vizsgáltuk. A jelkonzerváláshoz Philips gyártmányú, ANALOG-7 típusú AM/FM mérőmagnót használtunk. A zajforrás által kibocsátott akusztikai jeleket egyidejűleg rögzítettük a magnó egyik AM, ill. FM csatornáján. Erre azért volt szükség, mert az FM rész max. a 0...10 kHz, az AM rész pedig a 250 Hz...1 000 000 Hz frekvenciasávot fogja át.

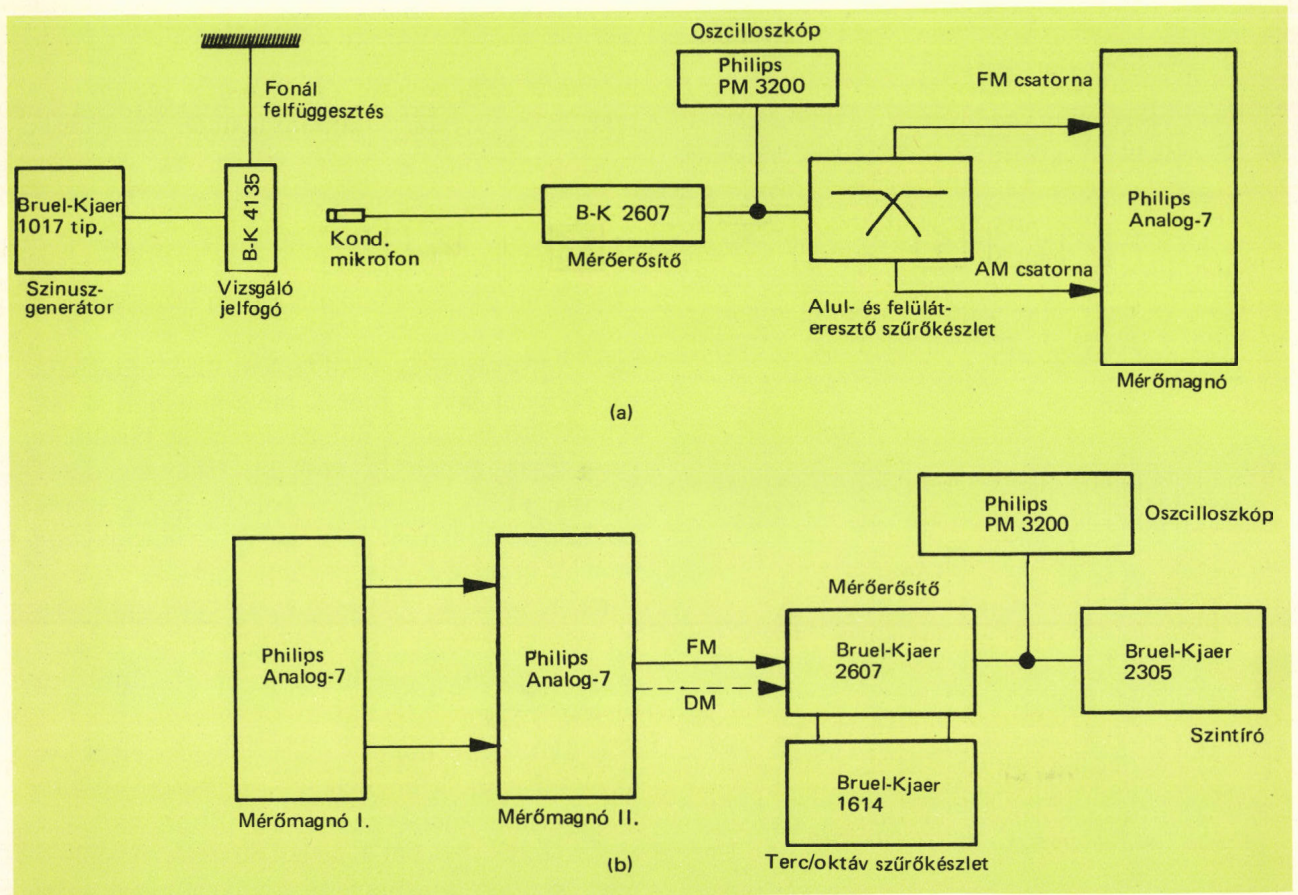
A felvett jel visszajátszása végtelenített szalaghurokról történt. A felvételt és a lejátszást különböző szalagsebességekkel végeztük, így két azonos típusú Philips magnó alkalmazásával max. 1024-es frekvenciatranszponálás eszközölhető.

Az effektív-érték mérésénél az átlagolási időt — a mérési hiba csökkentésének érdekében — minden szűrősávra egyedileg állapítottuk meg, csúcserő mérésénél a mérőműszer felfutási ideje 22 μ s volt.

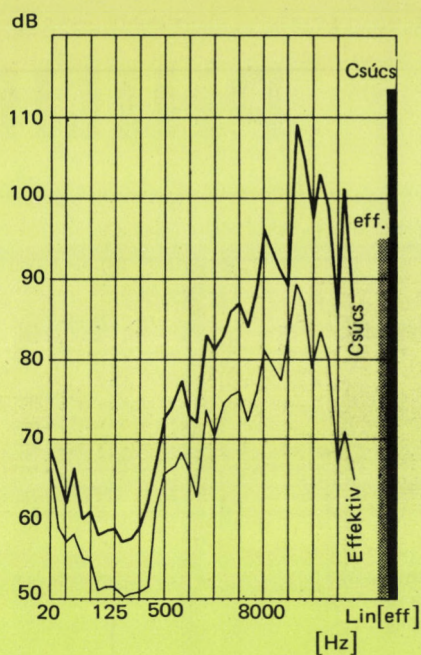
A mérési eredményeket log-log léptékű koordináta rendszerben ábrázoltuk a 28. ábrán. Külön ábrázoltuk a jel csúcstényezőjét, (F_e), mely a jól ismert alábbi összefüggésből számítható:

$$F_e = \frac{E_{csúcs}}{E_{eff}} \quad (8)$$

A csúcstényező frekvenciafüggőségét ábrázoltuk a 29. ábrán.

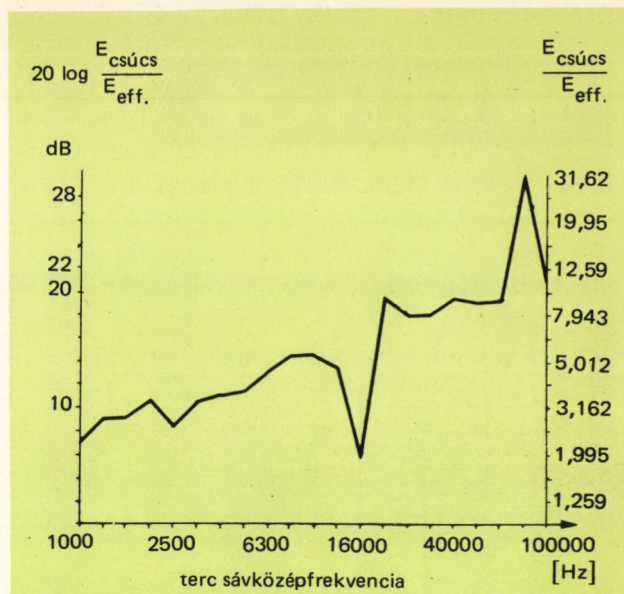


27. ábra. A felvételnél (a) és lejátszásnál (b) alkalmazott műszeres elrendezések blokkvázlata



28. ábra. A jelfogó akusztikai közelterében mért hangnyomásszintek

Ma már könnyen általánosítható az a következtetés, hogy megfelelő mélységű akusztikai



29. ábra. A jelfogó által lesugárzott zaj csúcs-tényezőjének frekvenciafüggése

információkat csak úgy gyűjthetünk, ha a zajforrás jellemzőinek vizsgálatát a hangfrekvenciás sávon kívül az infra- és az ultrahangtartományban is elvégezzük.

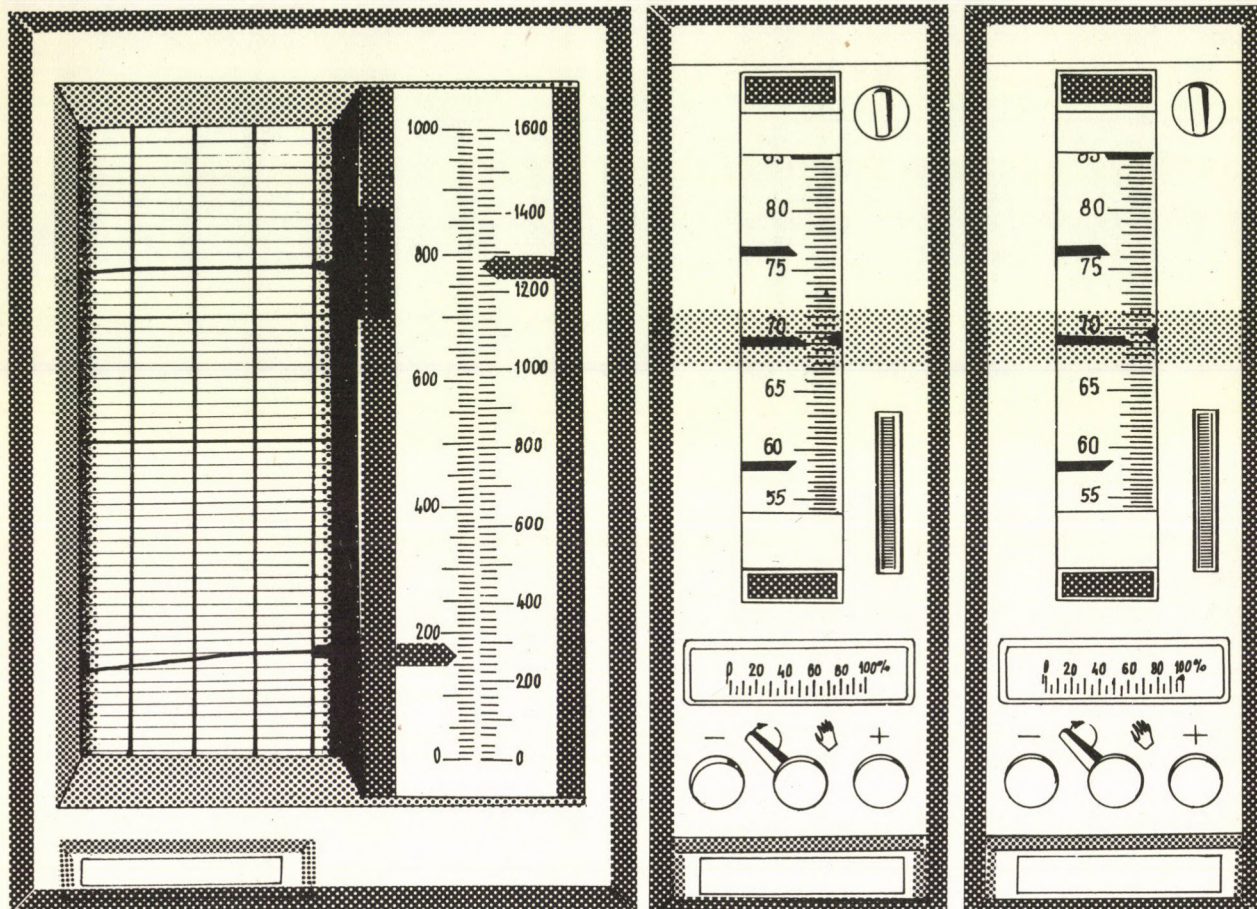
Millei Lajos

WITHOF

Bausteine der Automation



PHILIPS



IPARI FOLYAMATOK AUTOMATIZÁLÁSÁHOZ SZÁLLIT :

- értékadókat
- jelátalakítókat
- átkapcsolókat, kijelző műszereket
- regisztrálókat
- szabályzókat
- végrehajtó szerveket
- elektronikus vezérlés műszereit
- elektrokémiai műszereket

Ingyenes szaktanácsadás és rendszertervezés !

SZERVIZ =

MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat, Mérésszolgáltató Osztály
Budapest V., Városház u. 1 • Tel.: 187-235, 389-140 • Telex: 22-5114
Levélcím: 1364 Budapest, Postafiók 98

A távhőszolgáltató központok és felhasználó-rendszerek üzemvitelének automatizálása korszerű elektronikus egységekkel

Hazánk energiagazdálkodásában egyre jelentősebb szerepet foglal el a villamos energia távvezetékrendszer mellett a távhőszolgáltatás. Az erőművek távhőszolgáltatása egyrészt ipari üzemeket szolgál ki, másrészt pedig a lakosság hőszükségletét fedezi. Míg az ipari üzemek rendelkezésére bocsátott hőhordozó közeg szinte kizárólag gőz, a kommunális távhőszolgáltatásban a gőz mellett a meleg- illetve forróvíz is megtalálható.

Anélkül, hogy a víz vagy gőz mint hőhordozó közeg kérdésében állást foglalnánk, a továbbiakra való tekintettel meg kell említeni a forróvíz hőhordozó néhány előnyét a gőzzel szemben. Ezek a következők:

- a korszerű erőművekben a villamosenergia-termelés összekapcsolódik a távhőszolgáltatással; ennek előnyei forróvíz hőhordozó alkalmazásával használhatók ki a legteljesebb mértékben;
- mind az erőmű, mind a teljes rendszer szempontjából lényeges tulajdonság, hogy a hőszolgáltatás központilag szabályozható;
- a kazánokban termelt gőz az erőművet nem hagyja el, tehát nem merülnek fel a kondenzvíz visszavezetésével kapcsolatos problémák;
- a vezetékhálózat egyszerűbb;
- a forróvíz rendszerrel nagyobb hőmennyiség szállítható ugyanolyan csővezetékben, mint gőz-közeg alkalmazásával, illetve a hőt nagyobb távolságra lehet szállítani.

Ezek lényeges szempontok, különösen, ha a rendszer üzemvitelét tekintjük. Az egyre fokozódó hőigények, illetve az ezek kielégítésére létrehozott rendszerek terjedelmes és viszonylag bonyolult felépítése ebben az iparágban is szükségessé teszi az automatizálást, illetve automatikus szabályozást. Ugyancsak erre vezetnek az energiatakarékosság és energiaelszámolás szempontjai.

Mindebből nyilvánvaló, hogy a nem is olyan távoli jövőben a korszerű távhőszolgáltató rendszer, a hőközpont aligha képzelhető el központban elhelyezett szabályozási rendszer nélkül.

A rendszer egyben meghatározza azt is, milyen felépítésű, megoldású automatikák, szabályozók kerülhetnek felhasználásra. Az utóbbi években már szinte megszokottá váltak — jóllehet helyenként még nem elfogadottá — az elektronikus szabályozók, beavatkozó szervek stb. Alkalmazásuk számos előnye miatt várhatóan sok helyen felváltják a helyenként még előszeretettel, máshol a lehetőségek adta kényszerből alkalmazott mechanikus, pneumatikus, hidraulikus, illetve ezek kombinációjából felépülő szabályozó rendszereket, melyek konstrukciójuktól függően még gyakoribb ellenőrzést kívánnak.

Az elektronikus rendszer főbb előnyei:

- nagyfokú pontosság, reprodukálhatóság, üzemi biztonság, szakszerű alkalmazás esetén hosszú élettartam, ezek a tulajdonságok részben annak köszönhetők, hogy az

elemek csak igen kis számban tartalmaznak mozgó alkatrészeket;

- kezelésük, felállításuk egyszerű, működésük állandó felügyeletet nem igényel;
- a korszerű elektronikus rendszer az építőszelekrény-elv alapján épül fel, bővítése, fejlesztése szinte tetszés szerint végezhető, így messzemenően képes alkalmazkodni az automatizált rendszer változásaihoz; jelentős bővítési igény jelentkezhet pl. akkor, ha a távhőszolgáltató rendszerbe újabb fogyasztók csatlakoznak (például: új lakótelepek bekapcsolódása);
- a modern elektronikus automatika kétvezetékes, úgynevezett „élőnullás” rendszerben működik; ezzel a szükséges villamos vezetékek száma a minimálisra csökken, a hálózat biztonsági védőgátakkal szükség esetén szakaszolható, az alkalmazott vezeték hossza 1 km nagyságrendben lehet;
- a rendszerhez tartozó szabályozó, kijelző, regisztráló-ellenőrző berendezések központi helyen csoportosíthatók; ez lehetővé teszi kiterjedt, bonyolult rendszerek viszonylag egyszerű, gyors, minimális számú személyzettel, egy helyen történő felügyeletét, irányítását.

Néhány nem-elektronikus rendszerrel szemben hátrányként jelentkezhet a segédenergia-igény. A legtöbb helyen azonban ez ma már nem jelent problémát, különösen azért, mert az elektronikák energia-igénye — az állító és beavatkozó szervektől eltekintve — igen csekély.

A forróvízes távhőszolgáltató rendszer részeinek (hőtermelő központ, távvezeték, hőelosztó központ, elosztóhálózat, hőfelhasználók) mindegyikével külön-külön nem foglalkozunk, hanem csak a hőközpontok és hőfelhasználók szabályozásával. Ezek szabályozási kérdései ma nagy érdeklődésre tartanak számot.

A hőenergia a hőelosztó központokból az elosztóhálózaton keresztül jut el a felhasználók hőközpontjaiba, s onnan a felhasználás helyére. A vezetékhálózat egy—három vezetékből állhat. Hazánkban a kétvezetékes rendszer terjedt el szélesebb körben.

Az egyes fogyasztók vízsugárszivattyú beiktatásával közvetlenül is kapcsolódhatnak a vezetékhálózatra. Nagymértékű elterjedését gátolja,

hogy a hőfelhasználó egységek (például radiátorok) ebben az esetben nagy nyomással vannak igénybe véve.

A kapcsolódás másik lehetséges módja közvetett: a fogyasztó hőközpontja saját hőcserélőjében állítja elő a fogyasztórendszerben keringtetett, a távvezetektől elválasztott melegvizet. Ez a megoldás lehetővé teszi a kisebb fogyasztó rendszeri nyomások alkalmazását, így például lehetőség nyílik könnyű és olcsóbb lemeztűzőkkel történő fűtésre.

Példaképpen néhány megoldást mutatunk be Philips—Withof elemekből álló, alkalmazott szabályozó-rendszerekre.

Az 1. ábrán közvetlen vízsugárszivattyús csatlakozású, kétvezetékes rendszer vázlata látható.

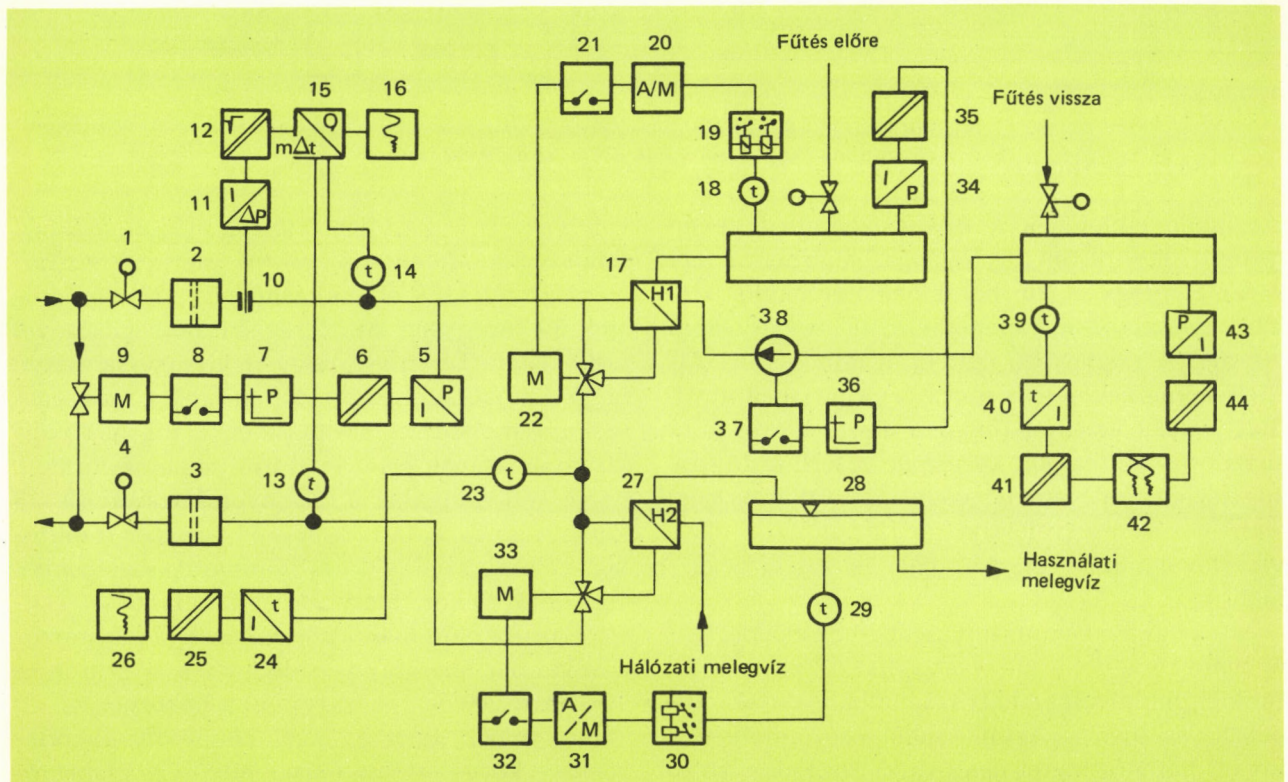
A fűtési és használati melegvíz közös rendszerű. Az elosztóhálózathoz a melegvíz a 2 főelzáró szelepen át jut a 3 szűrőbe. (Az 1 szelep normális esetben zárt állású.) A felhasznált hőmennyiség regisztrálása a bejövő vízmennyiség, illetve annak hőmérséklete, valamint az eltávozó víz hőmérsékletének mérésével történik. A 4 mérőperem, a hozzá csatlakozó 11 nyomáskülönbség távadó és 12 gyökvonó tápegység segítségével mérjük a bejövő vízmennyiséget. Ezt a 13 mérőerősítőben megszorozzuk a be- és kimenő víz hőmérsékletének különbségével, mint a 19 és 10 ellenálláshőmérőkkel mérünk. Így a 14 regisztrálóra a pillanatnyilag felhasznált hőmennyiséggel arányos jelet juttathatunk. A felrajzolt görbe alatti terület integrálásával kapjuk az egyes időszakokhoz tartozó összes hőfogyasztást. Ez utóbbi művelet szintén elvégezhető elektronikus úton automatikusan, egy integráló-erősítő és egy újabb regisztráló segítségével.

A hőközpontot meg nem engedhető mértékű nyomás-növekedés ellen elektronikus határoló rendszer védi. A bejövő vezetékekben uralkodó nyomást az 5 nyomástávadóval érzékeljük, s a 6 tápegységen keresztül a 7 határolóhoz vezetjük. A határoló a rajta beállított küszöb-nyomás túllépésekor a 8 tirisztoros állítótag közvetítésével működésbe hozza, kinyitja és nyitva tartja az 1 szelepet, amíg az előírt üzemszerű állapot ismét be nem áll. Hasonló nyomáskorlátozást kell biztosítanunk a hőfelhasználó körben is. Ezt a 21 nyomástávadó-, 22 tápegység-, 23 határoló, 24—25 tirisztoros állítótagok, — valamint a 26—27 motoros szelepek segítségével érjük el. Biztosítanunk kell továbbá a hőközpontot elhagyó

fogyasztás mindenkori értékét rögzítő mérőkört (10 mérőperem, 11 differenciányomás-távadó, 12 tápegység gyökvonó egységgel, 13 ellenálláshőmérő, 14 ellenálláshőmérő, 15 mérőerősítő, 16 egysatornás vonaliró), valamint a túlnyomáshatároló biztonsági berendezést (15 nyomástávadó, 6 tápegység, 7 nyomáshatároló, 8 tirisztoros állítótag, 9 motoros szabályozószelep).

Az elosztóhálózathoz érkező forróvíz az 1 főelzárószelepen, 2 szűrőn és 10 mérőperemen áthaladva a 17 fűtés-hőcserélőbe jut. A szekunder oldalon hidraulikusan különválasztott rendszerben kering a fűtővíz, a 38 szivattyú működésétől függő nyomáson. A túlnyomás elleni biztosító rendszer felépítése megegyezik az eddigiekkel (34 nyomástávadó, 35 tápegység, 36 nyomáshatároló, 37 tirisztoros kapcsoló) és a szivattyú működését befolyásolja. Az előremenő fűtővíz hőmérsékletét a 18 ellenálláshőmérő méri, a jel mint szabályozott jellemző jut a 19 szabályozóra. A szabályozó jellemző, melyet a 20 kézi — automata átkapcsolóval kézzel is szolgáltatathatunk — a 21 tirisztoros állítótag segítségével a hőmérséklet minőségi szabályozását végzi. A

visszajövő fűtővíz hőmérsékletét és nyomását a 39 ellenálláshőmérőből, a 40 mérőerősítőből és a 41 tápegységből álló, illetve 43 nyomástávadóból és 44 tápegységből álló mérőkörhöz csatlakozó 42 kétsatornás vonalirón regisztráljuk. Mind az előremenő fűtővíz, mind pedig a 28 tárolóban gyűjtött használati melegvíz mindenkori hőmérséklete leolvasható a megfelelő (19 és 30 számú) szabályozón. A H2 használati melegvízhőcserélőhöz 27 továbbmenő, egy fokozattal már visszahűtött víz hőmérsékletét a 23 ellenálláshőmérőből, a 24 mérőerősítőből, a 25 tápegységből és a 26 vonaliróból álló mérőkör regisztrálja. A használati melegvízhálózat egyvezetékű rendszer, a 27 hőcserélő a vízhálózathoz kapja a táplálást. Így ebben a körben keringtető-szivattyúra nincs szükség. A 28 tárolóban lévő melegvíz hőmérsékletének szabályozását a 29 ellenálláshőmérőből, a 30 hárompont szabályozóból, a 31 automata kézi-vezérlő és állítótagból, valamint a 32 tirisztoros állítótagból álló szabályozókör végzi, a már ismertetett módon. A hőközpontból a lehűlt víz a 3 szűrőn és a 4 főszelepen át jut vissza az elosztóhálózatba.



2. ábra. Közvetett csatolású kétvezetékű rendszer, elektronikus automatikával és minőségi szabályozással

Természetesen ennél a rendszernél is alkalmazhatunk a bemutatottól eltérő megoldásokat. Például itt is lehetséges a következő szabályozás, amely a fűtést az időjárástól függően automatikusan vezérli, valamint alkalmazhatunk még több helyen is regisztrálót. Példáinkban csak a legszükségesebb információk szerzésére törekedtünk. Megoldhatjuk a használati meleg-

víz tárolóban lévő víz szintjének állandó, a beállított értéken tartását. Végül azt is szabadon választhatjuk, hol kívánunk regisztrálót vagy jelzőműszert, illetve esetleg számítógépes adatfeldolgozás céljaira lyukkártya- vagy lyukszalag-nyomtatót alkalmazni.

Sallay László



MŰSZER-ÉS IRODAGÉPÉRTÉKESÍTŐ VÁLLALAT

Budapest VI., Népköztársaság útja 2. • Telefon: 117-090* • Telex: 22-4736 • Levélcím: 1392 Budapest, Pf. 295

Készséggel állunk rendelkezésére ajánlat- és szaktanácsadással, műszaki és beszerzési problémák megoldásához felvilágosítással, tanáccsal.

Sok gondot, időt és költséget takaríthat meg, ha beruházások és rekonstrukciók előtt felkeresi áruforgalmi osztályainkat és vevőszolgálatunkat.

Szakosztályaink:

Automatika Osztály

Hőtechnikai Műszerek Osztálya

Laboratóriumi Műszerek Osztálya

Mechanikai Műszerek Osztálya

Bp. VI., Népköztársaság útja 2. I. em.

Telefon: 117-090*

Villamos és Elektronikus Mérőműszerek Osztálya

Bp. VI., Bajcsy Zsilinszky út 37. I. em.

Telefon: 113-443

Irodagép Osztály

Bp. IX., Dimitrov tér 14.

Telefon: 389-150

Ügyvitelgépesítési Osztály

Bp. VI., Népköztársaság útja 38.

Telefon: 125-530

Vevőszolgálati Osztály

Bp. XIII., Országbíró u. 44-46.

Telefon: 200-655

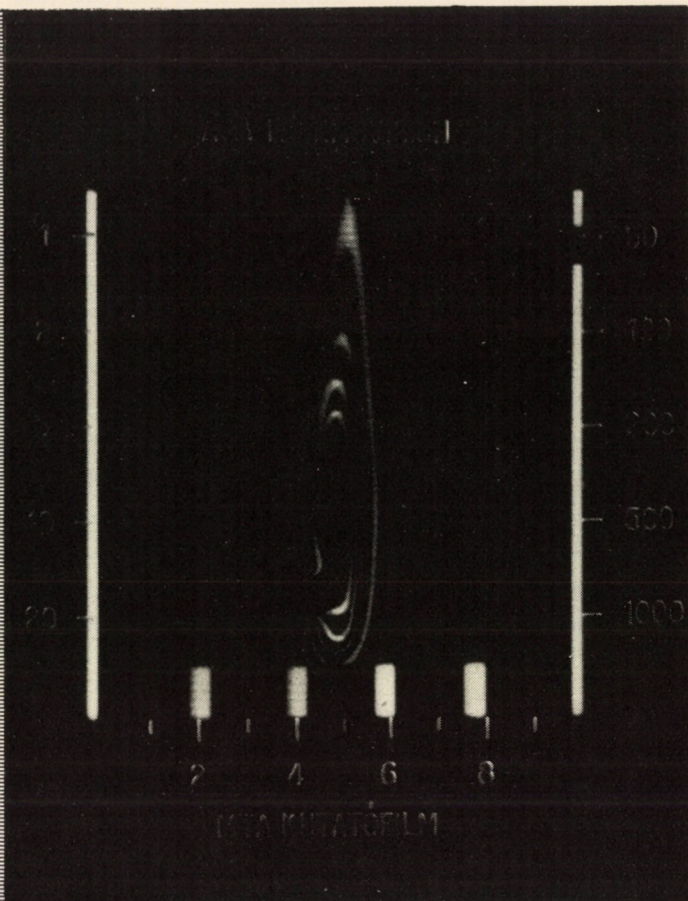
HŐMÉRSÉKLET-ELOSZLÁS MÉRÉSE

infravörös sugárzás láthatóvátételével,
-30 és 2000 °C közötti hőmérséklet-
tartományban

AGA THERMOVIZIÓS berendezésünkkel
megrendelésre rendelkezésére állunk

MELEGEDÉS-MÉRÉS

a villamos-, gép- és műanyagiparban



Gyertyaláng hőterképe

MTA

MŰSZERÜGYI
ÉS MÉRÉSTECHNIKAI
SZOLGÁLATA

KUTATÓFILM

Bp. V. Akadémia u. 11
T: 116-820 ♦ 121-319

KÉRJEN
RÉSZLETES
FELVILÁGOSÍTÁST



MŰSZERKATASZTERI TÁJÉKOZTATÓ

Nyilvántartott nagyértékű műszerek

Az 1972. IX. 1-től 1973. III. 1-ig terjedő időszakban az országban beruházott nagyértékű műszerekből az alábbiakat ismertetjük. A felsorolt műszerek további adatairól kívánságra Szaktanácsadási Osztályunk ad felvilágosítást.

	Ft
SzF-16 típ. spektrofotométer Maspriborintorg — SzU	360 000
A-9 típ. autográf Wild gym. — Sc	1 050 000
Uvicord típ. II. AS PER abszorpciómérő LKB gym. — Sd	460 000
USIP II 20 180 típ. ultrahangos anyag- vizsgálókészülék Krautkrämer gym. — NSz	209 800
HUS 40 típ. univerzális szakítógép Mohr u. Federhaff gym. — NSz	3 718 200
DIA Testor 2 RC típ. univerzális keménységmérő Otto Wolpert gym. — NSz	167 900
Zeta-Meter típ. zétapotenciálmérő Zeta-Meter gym. — US	159 300
Varian MAT 111 típ. gázkromatográf- tömegspektrométer Varian gym. — US	2 249 400
GCHF 18.3-4 típ. gázkromatográf VEB Chromatron gym. — ND	242 500
BA 710 AK-EVE 104 típ. vákuumgőzőlő Balzers gym. — Li	3 467 200
2400 T típ. gázkromatográf Carlo Erba gym. — Ol	631 300
8300 A típ. oszlopkromatográfiás berendezés LKB gym. — Sd	85 700
C.3.1 típ. Betascop rétegvastagságmérő Fischer Messtechnik gym. — NSz	348 600
D-meter ultrahangos falvastagságmérő Krautkrämer gym. — NSz	118 600

OPTON STANDARD típ. kutatómikroszkóp Opton gym. — NSz	153 400
4102 típ. vákuum-mérleg Sartorius gym. — NSz	212 000
9862A típ. elektronikus rajzológép Hewlett—Packard gym. — US	180 000
Analog 7 típ. mágnesszalagos jelrögzítő Philips gym. — Ho	281 000
Potenciográf, elektrokémiai elemzőkészülék Metrohm gym. — Sc	132 400
BN2521/3 típ. tranzisztormérőműszer Rohde—Schwarz gym. — NSz	292 100
SS4500A típ. oszcilloszkóp Iwatsu gym. — Ja	151 300
UF-1 BN 403 típ. univerzális hangolható szűrő Wandel u. Goltermann gym. — NSz	131 600
1822-9700 típ. feszültségkalibrátor General Radio gym. — US	176 900
TX 935/A típ. integráltáramkör vizsgáló Metrix gym. — Fr	436 800
PM 6620/03 típ. számláló és időmérő Philips gym. — Ho	58 200
PM 3370/02 típ. fiókos oszcilloszkóp Philips gym. — Ho	211 800
2305 típ. szintíró Brüel—Kjaer gym. — Dá	117 700
4014 a típ. digitális voltmérő Elektrotechnik gym. — ND	101 700
3518.510 típ. mérőértékszámológép Elektrotechnik gym. — ND	217 400
2821 típ. precíziós kapacitás és tgδ-mérőhíd Tettex gym. — Sc	223 800
9810A típ. elektronikus kalkulátor Hewlett—Packard gym. — US	194 100
TR-5502B típ. univerzális számláló Takeda—Riken gym. — Ja	146 700
Modell 2021 ipari röntgenkészülék Picker—Andrex X-Ray gym. — Dá	283 900

2057 WS M 2 MT típ. ultrahangos anyag- vizsgáló készülék Krautkrämer gym. — NSz	277 400
515-076 típ. fűthető mikroszkóp asztal Leitz gym. — NSz	124 100
DB-GT típ. spektrofotométer Beckman gym. — US	123 700
1115 típ. szakítógé Instron gym. — NB	3 617 500
SP 1800 A típ. spektrofotométer Pye—Unicam gym. — NB	451 931
Gázkromatográf Packard—Becker gym. — Ho	1 056 700
Reaction Rate Analyzer, enzimkinetikai készülék LKB gym. — Sd	512 600
Duktilométer Faubel gym. — NSz	139 400
Mikrotapintó Perthen gym. — NSz	725 102
INM-100 MH típ. NMR-spektrométer Jeol gym. — Ja	3 986 700
EPI-G3 típ. infravörös spektrofotométer ATAKA gym. — Ja	627 300
3240 típ. adatátalakító Solartron gym. — NB	576 600
PM 3250/04 típ. oszcilloszkóp Philips gym. — Ho	158 900
3240 típ. százcsatornás adatgyűjtő Solartron gym. — NB	466 400
1683 típ. automatikus RLC mérőhíd General Radio gym. — US	404 700
Nr 200 típ. termoanalizátor Mettler gym. — Sc	3 414 600
Fiziológiai analízáló berendezés Hellige gym. — NSz	1 747 400
„Mercury Pressure” típ. poroziméter Carlo Erba gym. — Ol	279 800

Multichrom típ. aminosavanalizátor Beckman gym. — NB	876 900
SMA 6/60 típ. automatikus biológiai analizátor TECHNICON gym. — Fr	3 469 800
A 3347 típ. frekvencia analizátor Brüel—Kjaer gym. — Dá	805 500
3721 A típ. korrelátor Hewlett-Packard gym. — US	508 000
KWS/6K-5 típ. hatsatornás mérőerősítő Hottinger—Baldwin Messtechnik gym. — NSz	323 300
ZRZ típ. reflexiómérő Rohde—Schwarz gym. — NSz	198 300
RSZN-500 típ. röntgen monokromátor Maspriborintorg — SzU	2 200 000
ZH 199076 típ. színvizsgáló és recept- számító berendezés PRETEMA gym. — Sc	2 820 000
64/80-18/DU típ. klímasekreny Weiss gym. — NSz	269 200
L 3 — 50 centrifuga Beckman gym. — US	796 700

Az országnevek rövidítései:

Dá	Dánia
Fr	Franciaország
Ho	Hollandia
Ja	Japán
Li	Lichtenstein
NB	Nagy-Britannia
ND	Német Demokratikus Köztársaság
NSz	Német Szövetségi Köztársaság
Ol	Olaszország
Sc	Svájc
Sd	Svédország
SzU	Szovjetunió
US	Északamerikai Egyesült Államok

Dr. Solti Mihály

HAZAI MŰSZERÚJDONSÁGOK

Az MTA Atommag Kutató Intézetében kifejlesztett műszerek

Az MTA Atommag Kutató Intézetében korábban kifejlesztett nukleáris műszerekről már beszámoltunk [1].

Ezúttal két, újabban kifejlesztett műszert ismertetünk, azzal a megjegyzéssel, hogy mind ezeket, mind a korábbiakat is közvetlenül készíjtjük a kis példányszámban megrendelők számára.

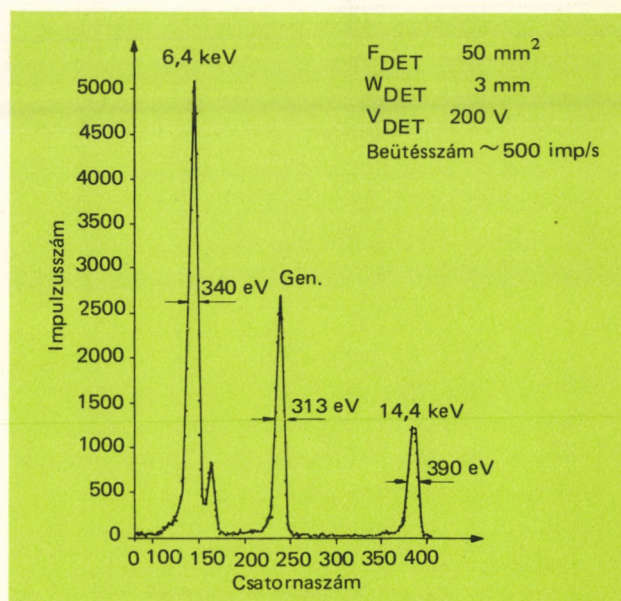
Energiadisziperzív Si(Li) röntgen-spektrométer

A fizikusok, kémikusok, ipari folyamatszabályozással foglalkozó mérnökök és más szakterületeken dolgozók számára értékes berendezés a nagy energiafelbontóképességű, félvezető detektort alkalmazó röntgensugár-spektrométer. Szemben a kristálydiffrakciós spektrométerrel, ez a berendezés a vizsgált minta minden, tizenkettőnél nagyobb rendszámú ($z > 12$) elemének koncentrációjáról egyidőben ad információt. Dinamikus tartománya néhány ppm-től (1 ppm = 10^{-6} súlyrész) 100%-ig terjed.

Működési elv

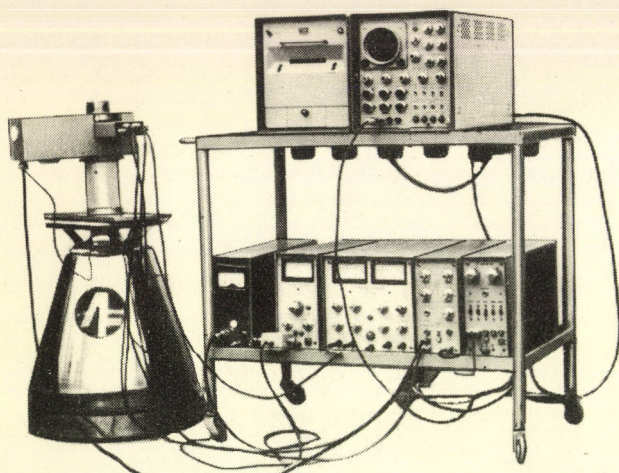
A vizsgálandó minta elemeinek karakterisztikus röntgen-sugárzását röntgencső, radioizotóp vagy gyorsítóból nyert töltött részecske gerjeszti. A 77 K-ra hűtött Si(Li)félvezető detektorban abszorbeálódó karakterisztikus röntgen-sugarak elektron-lyukpárokat hoznak létre. A detektorra

kapcsolt feszültség az elektronokat és lyukakat a detektor megfelelő elektródjaira gyűjti. Az így nyert töltésimpulzusok szigorúan arányosak az elektron-lyukpárok számával, és az őket létrehozó röntgen-sugár energiájával. Az impulzusokat hűtött első fokozatú előerősítő, majd főerősítő erősíti, és sokcsatornás amplitúdó-analizátor nagyság szerint csoportosítja. Az 1. ábrán egy ^{57}Co forrás spektruma látható.



1. ábra. ^{57}Co spektruma

A kriosztátban Ti-ion-getter szivattyú biztosítja a jó, $\sim 3 \cdot 10^{-7}$ torr, vákuumot.



2. ábra. Si(Li) röntgen-spektrométer mérőkész állapotban

A 2. ábrán a rendszer mérőkész állapotban látható.

Műszaki adatok

Üzemeltetési feszültség	100—500 V
Üzemeltetési hőmérséklet	77 K
Érzékeny terület	50 mm ²
Érzékeny vastagság	3 mm
Felbontás (FWHM) 6,4 keV-nál	340 eV

Alkalmazási terület

Helyszűke miatt az alkalmazási területek ismertetésében teljességre törekedni nem tudunk. A sokoldalú felhasználást, néhány példán keresztül az alábbiakban mutatjuk be.

1. Ipari alkalmazás

Minőségi ellenőrzés és mennyiségi analízis.

- Acélok, ötvözetek összetételének és szennyezések meghatározása.
- Minőségellenőrzés film, papír, üveg, szövet, fém gyártásfolyamatában, szabályozás.
- Gépek, motorok kopásának meghatározása (kenőolaj fémtartalma alapján).
- Cementipari alapanyag összetételének meghatározása, folyamatszabályozás, végtermék minőségi ellenőrzése.
- Ércek összetételének meghatározása, dúsítási folyamat ellenőrzése, folyamatszabályozás.
- Ércminták összetételének meghatározása (nyersanyagkutatás).

2. Fizikai kutatás

- Fluoreszcencia-sugárzás vizsgálatok (atomhéj-fizika).
- Atommagok energianívóinak vizsgálata.
- β -sugárzás vizsgálata (β -spektrum alak stb.).
- Meteorit analízis.
- Tengeri üledékek vizsgálata.

3. Kémiai analízis

Folyadékok és szilárd anyagok roncsolásmentes vizsgálata.

- Elemek kvantitatív analízise 100⁰/₀-tól néhány ppm-ig.
- Gyors kvalitatív analízis.

4. Orvostudomány

- Nyomelemek meghatározása vérben és más testszövetben.
- Jódfelhalmozódás meghatározása pajzsmirigyben.

5. Művészettörténet

Művészeti tárgyakra ártalmatlan analízis.

- Víz- és olajfestmények eredetiségének meghatározása.
- Régi szobrok anyagainak vizsgálata.
- Fém-érmék vizsgálata.

Dr. Bacsó József

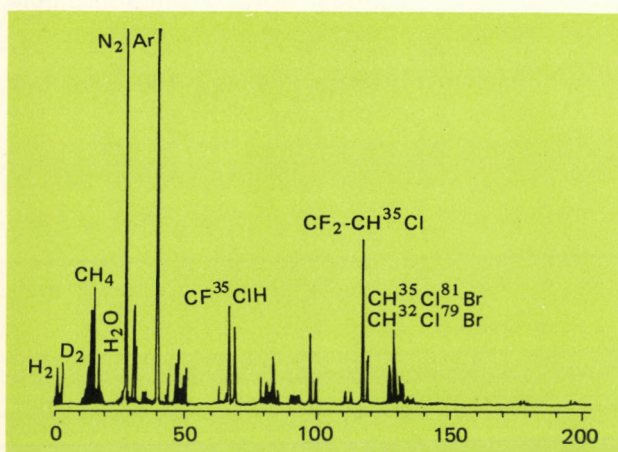
Kvadrupol maradékgáz-analizátor, QMS-300 típus.

A kvadrupol tömegszűrő elvén működő gázanalizátor az atomok, illetve molekulák tömege szerint különbözteti meg a vákuumtérben levő maradékgázokat vagy az érzékelőhöz vezetett gáz-minta összetevőit (3. ábra).

Működése

A gázok atomjai (molekulái) az ionforrásban elektronokkal való ütközés útján ionizálódnak. Az ionok kis energiával jutnak be a négy pár-

huzamos rúddal és a rájuk adott egyen- és nagyfrekvenciás feszültséggel kialakított analízáló térbe. Adott frekvencia- és feszültségértékek mellett csak meghatározott tömeg/töltés arányú ionok jutnak át a kvadrupol téren. Az ionokat különleges detektorral felfogva, a mért ionáram az adott tömegű gázfajta koncentrációjával arányos. A frekvencia állandó értéken tartásával és a feszültségek változtatásával nyerjük a gázkeverék tömegspektrumát. Ezt egy vonalíron vagy oszcilloszkópon kirajzolva, a csúcsok lineáris tömegskála mentén jelennek meg.



3. ábra. Levegőbe kevert halothan spektruma

A kvadrupol előnyei

- az analízátor mágneset nem igényel;
- egyszerű ionforrás;
- nagy érzékenység;
- egyenletes, jó felbontás a teljes tömegtartományban ($\Delta M = \text{állandó}$);
- lineáris tömegskála;
- vákuumtérbe bemenő ionforrás nyitott és zárt kivitelben egyaránt alkalmazható;
- az érzékelő fej kifűthető.

Érzékelő egysége

Az érzékelő fej fémtömítéses rozsdamentes acél házában foglal helyet az ionforrás, a kvadrupol rúdrendszer és az iondetektor. A rúdrendszerrel nagy pontossággal egytengelyű ionforrásban az izzó katódból kilépő elektronok többszöri oszcillálás után jutnak el az elektronkollektor rácsára. Az elektronok nagy úthossza biztosítja a nagy

hatásfokú ionizációt. Az ionok az ionizációs térből kb. 10 V feszültséggel felgyorsítva, egyszerű fókuszáló rendszeren keresztül jutnak az analízáló térbe.

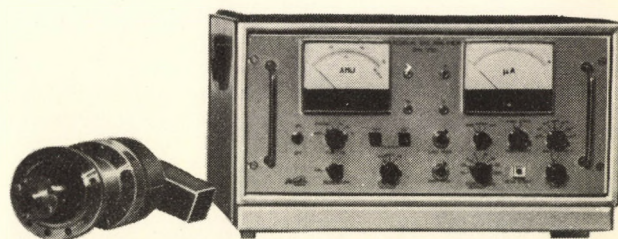
A katód anyaga wolfram. Meghibásodáskor a beépített tartalék katód a berendezés megbontása vagy kikapcsolása nélkül azonnal üzemeltethető. Az ionforrás nyitott vagy zárt kivitelben egyaránt alkalmazható. A kvadrupol négy rúdját nagy tisztaságú alumíniumoxid kerámia tartja. Az alkatrészek nagy pontosságú megmunkálása ($\pm 0,002 \text{ mm}$) és a konstrukció biztosítja, hogy a rúdrendszert és az ionforrást a felhasználó könnyen és pontosan össze tudja szerelni.

Az ionok érzékelésére Faraday-kalitkát, igen kis nyomásoknál elektronsokszorozót használunk.

Az elektronsokszorozó tengelye merőleges a rúdrendszer tengelyére. Ez a geometria biztosítja az alacsony szintű röntgen-sugárzási háttérrel és az alacsony zajszintet. Az érzékelő fej 300°C -ig kifűthető.

Elektronikus egységek

A tápegységek, a nagyfrekvenciás generátor, a szabályozó és vezérlő egységek, valamint a mutató műszerek egy $210 \text{ mm} \times 480 \text{ mm}$ rack-ben helyezkednek el (4. ábra). Az elektrométer-erősítő bemenő fokozata a mérőfejre van szerelve.



4. ábra. Kvadrupol maradékgáz analízátor tápegysége és érzékelő feje

Az ionforrás tápegysége és szabályozó rendszere biztosítja a működéshez szükséges, $\pm 0,1\%$ -nál stabilabb tápfeszültségeket és emissziós áramot. Az emissziós áram $0,1\text{—}3 \text{ mA}$ között folyamatosan változtatható. A nyomás hirtelen növekedése esetén a katód kiegészítését egy védő áramkör a fűtés kikapcsolásával akadályozza meg.

Az RF/DC generátor biztosítja a $\pm 0,001\%$ hibájú nagyfrekvenciás és egyenáramú feszültségek együttfutását. A feszültség változtatását fűrészgénérátor vezérli. Ezzel 0,1—1000 s között tetszőlegesen állíthatjuk be a spektrum felvételek időtartamát.

Az elektrométer-erősítő hét fokozatban változtatható, mérési tartománya $10^{-6} \dots 10^{-12}$ A (végkitérésben).

A készülék kimenetei biztosítják oszcilloszkóphoz, ultraibolya sugaras gyorsregisztráléhoz és hagyományos X—Y regisztráléhoz való csatlakoztatását.

Műszaki adatok:

Működési tartomány	$< 10^{-4}$ torr
Tömegtartomány	1—300 at.
Felbontás $M/\Delta M$	> 150 (Kr-nál, 10% -völgy definíció)
Érzékenység	nitrogénre $2 \cdot 10^{-4}$ A/torr $I = 1,5$ mA; $M/\Delta M = 56$ a csúcs 10% -ánál, Faraday kalitkával
Legkisebb mérhető parciális nyomás	$3 \cdot 10^{-11}$ torr (Faraday kalitkával)
Emissziós áram	0,1—3 mA
Letapogatási sebesség	0,1—1000 s
A mérőfej kifűthető	300 °C-ig

Alkalmazható

- vákuumrendszerek maradékgázainak elemzésére;
- vákuumpárologatásnál, képcsőgyártásnál, rádiócsőgyártásnál a gázszennyezések kimutatására;
- gyorsítóknál, felület-kutatásnál, Auger-spektroszkópiában, LEED, ESCA stb. vizsgálatoknál;
- fémek és közetek gázzárványainak, kohók gázainak elemzésére;
- levegőszennyezési vizsgálatokra;
- orvosi mérésekre (légzésfunkció vizsgálat, altatás ellenőrzése, vérgáz elemzése);
- gázkromatográfok igen érzékeny detektoraként, a gázkromatográf érzékenységeinek és felbontásának nagymértékű fokozására.

Irodalom

- [1] MTA Műszerügyi Szolgálat Közleményei, 7. sz. 1969. 41—49 p.

Dr. Berecz István — Bohátka Sándor — Rubecz Mihály

Az MTA Kémiai Tanszéki Munkaközösségénél kifejlesztett hőmérsékletprogramozó készülékek

(Budapesti Műszaki Egyetem Általános és Analitikai Kémiai Tanszék)

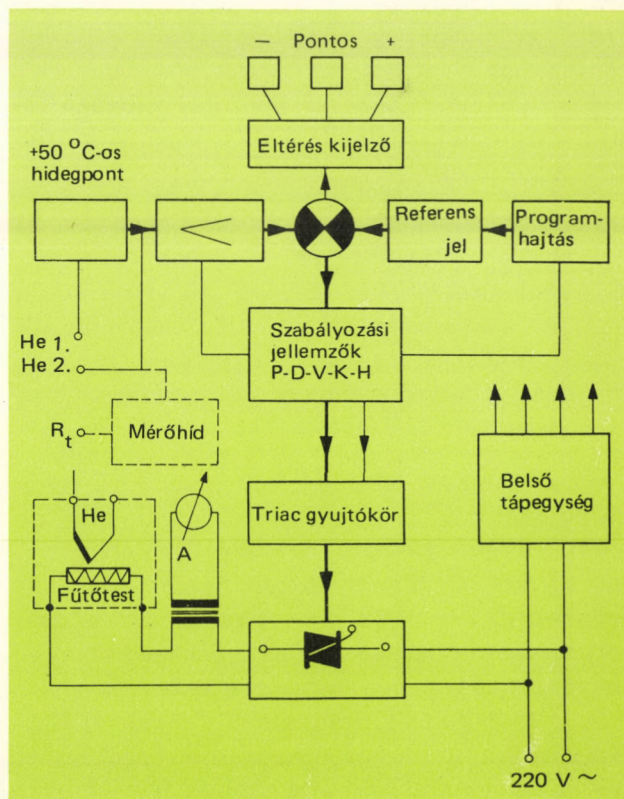
Ellenállásfűtésű kemencék, elsősorban termoanalitikai mérőkészülékek hőmérsékletének programszabályozására kb. nyolc éve készült el az első lineáris hőmérsékletprogramozó készülékünk. Az igényt kezdetben a szilárdfázisú reakciók vizsgálatára készített vákuum DTA (differenciál termikus analízátor) készülékünk és egy termomérleg jelentették. Az azóta eltelt időben a készüléket többször módosítottuk, korszerűsítettük az elektronikáját és kiszélesítettük alkalmazási területét. A fejlesztés során két konstrukciós szabadalom is született. A munka utolsó fázisaként a Műszeripari Kutató Intézet vállalta a készülék ipari gyártásra való előkészítését, így ennek kapcsán további módosításokat eszközölt a készülék elektronikáján.

A különböző felhasználási igényeknek megfelelően jelenleg kialakult egy PROGRAMIK készülékcsalád, melyen belül többirányú felhasználásra alkalmas univerzális készülékek és néhány célkészülék található. Az eltérések a készülékek érzékelő- és fűtőkör-oldali részein vannak, a belső működési elv mindegyiknél azonos.

Az 1. ábrán a működést szemléltető tömbvázlatot láthatjuk a szabályozott fűtőtesttel és hőérzékelővel együtt.

A készülékek érzékelője hőelem vagy ellenálláshőmérő, ezek meghatározzák a működési hőmérséklettartomány szélső értékeit is. Hőelem csatlakoztatására használhatjuk a beépített 50 °C-os hidegpont-termosztátot, mint referens hőmérsékleti pontot; vagy pedig külső, 0 °C hőmérsékletű hidegponttól kell gondoskodni. El-

lenálláshőmérős érzékelőnél egy hidkapcsolás szolgáltatja a mérőátalakító feszültségjelét, és ez, illetve a hőelem feszültsége kerül a 10^{-4} stabilitású műveleti erősítő láncra. Ezt a feszültségjelet kapcsoljuk szembe a hőmérséklet program által előírt referens feszültséggel. Az össze-



1. ábra. A PROGRAMIK működését szemléltető tömbvázlat

hasonlító egység hibajele a szabályozási jellemzőket beállító egységen keresztül jut a fűtőáramot áteresztő kétutas vezérelhető diódapár (triac) gyújtókére. A fűtőáram szabályozása folytonosan történik nulla és a beállítható maximum között úgy, ahogy azt a hőérzékelő és a belső programadó egység előírja.

A hőmérséklet programozására háromféle mód van: felfűtés lineáris sebességgel, hűntartás, és programozott sebességű lineáris hűtés. A program-sebesség 24 lépcsőben fokozatosan állítható. A program-„hajtást” léptetőmotoros áramkör végzi, így a sebesség értékek reprodukálhatósága igen jó.

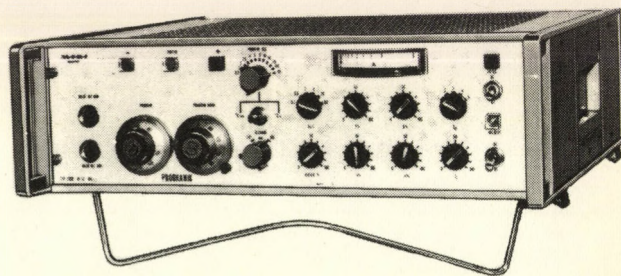
A szabályozás helyességének ellenőrzését három könnyen áttekinthető jelzőrendszer teszi lehetővé. A pillanatnyi programhőmérsékletet mikrodiálról, a fűtőáram pillanatnyi értékét árammérőről lehet leolvasni. A szabályozási eltéréseket mutatja ezenkívül a három izzólámpából álló kijelző, melynél a valódi és a program által előírt hőmérsékletek azonossága esetén a „PONTOS” feliratú középső lámpa, az ettől eltérő esetekben pedig a „+” illetve „-” jelzésű zöld, ill. piros színű jelzőlámpa ég. Az izzók fényereje az eltérés nagyságával arányosan változik, így kívánságra a kijelzés néhány tized fok pontosságú lehet.

A PROGRAMIK készülékek két jellemző tulajdonságukkal emelkednek ki a hasonló külföldi típusok közül:

1. a hőmérséklet programozás linearitásának és abszolút értékének nagy pontossága, valamint
2. az a lehetőség, hogy különféle kemencék esetében is megoldott a készülék szabályozástechnikai szempontból optimális illesztése.

Ez utóbbira a készülék előlapján lévő nyolc darab kalibráló gomb szolgál. Az optimalizálást adott rendszerre csak egyszer kell elvégezni, mert a készülékhez mellékelt beállító kartonon ezt megjelölve, bármikor visszaállítható a kérés állapota. A hármas modulú rack-dobozban elhelyezett készüléket a 2. ábrán láthatjuk.

A készülék eddigi felhasználási területei alapján kialakítottunk egy típusváltozat-sort. Ennek tagjai felölelik a laboratóriumi és félüzemi hőmérséklet-szabályozási feladatok legnagyobb részét (1. táblázat).



2. ábra. A PROGRAMIK hőmérsékletprogramozó

A PROGRAMIK készülékek műszaki jellemzői:

Programmódok	felfűtés adott sebességgel a beállított határig és ezen az értéken hűntartás; hűntartás beállított értéken; lehűtés adott sebességgel a beállított határig és ezen az értéken hűntartás
Program sebesség	normál változatban 0,5; 1; 2,5; 4; 5; 8; 10; 16; 20; 40; 80; °C/min és °C/h. Eltérő adatok a táblázatban láthatók
Hőmérséklet határolása	folytonosan állítható a skála egész terjedelmében
Ismétlőképesség	$\pm 0,1\%$
Linearizálás pontossága	0...400 °C között ± 3 °C 400 °C felett $\pm 0,5\%$
A szabályozás arányossági tartománya	0,2...60% között 10 dB-es lépcsőkben fokozatosan, azon belül folytonosan állítható
deriválási időállandói	0,1...60 s (gyors) 1...600 s (normál) 10...2000 s (lassú) értékek között folyamatosan állítható
deriválási amplitudója	0...100% között folyamatosan állítható
Fűtőfeszültség	1 fázis; 220 V; 50 Hz 100% és 40% között folyamatosan beállítható

Alkalmazási területek

A termonalitikai módszerek elterjedésével és fejlődésével a felhasználók egyre nagyobb pontossági követelményeket támasztanak a műszer-gyárakkal szemben. A megoldást részben a különleges stabilitású és pontosságú hőmérséklet-szabályozók jelentik. Ennek kielégítésére már nem voltak alkalmasak a régi programvezérelt (nem szabályozott) rendszerű hőmérsékletszabályozók. A probléma hazai viszonylatban gyakran úgy merül fel, hogy egy-egy kutatócsoport-

A PROGRAMIK típusváltozatok fő műszaki jellemzői

Típus 2029—	Alkalmazási terület	Érzékelő típusa	Hőmérséklet- tartomány	Program sebességek	Fűtőáram
A 100	Általános felhasználás széles hőmérséklet tartományban; laboratóriumi és félüzemi kemencék számára	PtRh-Pt	0—1600 °C	normál	0...10 A
AT 10	DTA készülékek, termomérlegek stb.	PtRh-Pt	0—1600 °C	normál	0...10 A
AS 1000	Kisfeszültségű szalagkályhákhoz	PtRh-Pt	0—1600 °C	normál	0...10 A
AK 100	Olvadékos egykristálynövesztő kemencékhez	PtRh-Pt	0—1600 °C	1—1,5—2—3— —6—8—12— 16—24—32—48 °C/nap	0...10 A
B 200 B 300	Laboratóriumi és félüzemi kemencék számára	NiCr-Ni Kromel-	0—1000 °C 0—1000 °C	normál normál	0—8 A 0—10 A
BT 10	DTA készülékek, termomérlegek stb.	PtRh-Pt	0—1000 °C	normál	0—10 A
C 200 C 300 C 400	Közepes hőmérsékletű kemencékhez	NiCr-Ni Kromel Konst.-Fe	0—500 °C 0—500 °C 0—500 °C	normál normál normál	0—8 A
CG 20	Gázkromatográf pirolizáló kemencéhez	NiCr-Ni	0—500 °C	normál	0—5 A
AD 100	Célkészülékek a G—425 típusú DERIVATOGRÁF-hoz. Doboz nélkül! Beépíthetők az ejtőkengyeles hőfokszabályozó helyére	PtRh-Pt	0—1600 °C	0,5—1—2— 2,5—4—5—8— 10—16—20— 40—80 °C/min	0—12 A
BD 100		PtRh-Pt	0—1000 °C		0—5 A
D 200 D 400	Alacsony hőmérsékletű kemencék, szárítószekrények számára	NiCr-Ni Ko-Fe	0—200 °C 0—200 °C	normál	0—5 A
E 60	Folyadékfürdők programszabályozása	Pt 2×100	0—100 °C	normál	0—5 A
EK 60	Célkészülék vizes oldatokból való egykristály növesztéshez	Pt 2×100	0—100 °C	0,1—0,2—0,4— 0,6—0,8—1,6— 3,2×1,5 °C/nap	0—5 A
F 50	Hűtött rendszerek hőmérsékletének programozása. (A rendszer előhűtéséről külön kell gondoskodni!)	Ko-Cu	173—673 K	normál	0—8 A

nál kifejlesztettek egy termoanalitikai készülék-mérőfejet, amihez azonban nem rendelkeznek alkalmas hőmérsékletprogramozóval. Ilyen modul-rendszerű mérőösszeállítások tagjaként a PROGRAMIK készülékek minden igényt kielégítenek.

Az akadémiai kutatócsoportok és intézmények nagy részében folynak reakciókinetikai és katalizátor működés-mechanizmust vizsgáló kutatások. Ilyen célra a PROGRAMIK készülék például egy deszorpciómérő berendezés kemencéjének hőmérséklet programozására használható.

Érdekes kutatási témánál alkalmazza a PROGRAMIK készüléket az MTA Kristálynövesztő Munkacsoportja, ahol igen nagy stabilitási és pontossági követelmények mellett, néhány tized °C/nap lehűtési sebességgel szabályozzák egy

nátriumklorid egykristálynövesztő folyadékfürdő hőmérsékletét.

Az egyetemi és akadémiai kutatócsoportok mellett több készülék működik *üzemviteli ellenőrző laboratóriumokban és félüzemi hőkezelő berendezések szabályozójaként*. Úgy véljük, hogy az integrált áramkörös felépítésű, kisszámú mechanikai alkatrészt tartalmazó készülékek a belső konstrukció és működési jellemzőik alapján világszinten állnak.

A készülékek alkalmazásával, üzembehelyezésével, megrendelésével, vagy egyéb hőmérsékletszabályozással kapcsolatos kérdésekben a fejlesztő csoport tagjai rendelkezésre állnak. A készülék a Műszeripari Kutató Intézetnél rendelhető meg.

Dr. Gál Sándor — Nemeshegyi Gábor

ne csak olvassa

hanem fogadja meg tanácsunkat:

a kutatás,
a műszaki fejlesztés,
a műszaki propaganda,
a vezetőképzés,
a szakoktatás,
a konstrukció ellenőrzés,
az üzemszervezés

egyik legeredményesebb eszköze a

KÜLÖNLEGES FILMTECHNIKA!

Nagysebességű filmkészítés
Schlieren technika
Mikrokinematográfia
Robot automata
Infravörös regisztrálás
Polaroid technika

FILMTECHNIKAI SZOLGÁLTATÁSOK

• • Kérjen részletes tájékoztatót !



MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA

KUTATÓFILM

Bp.V. Akadémia u.11. T: 116-820, 121-319

Az MTA Műszaki Kémiai Kutató Intézetében kifejlesztett készülékek

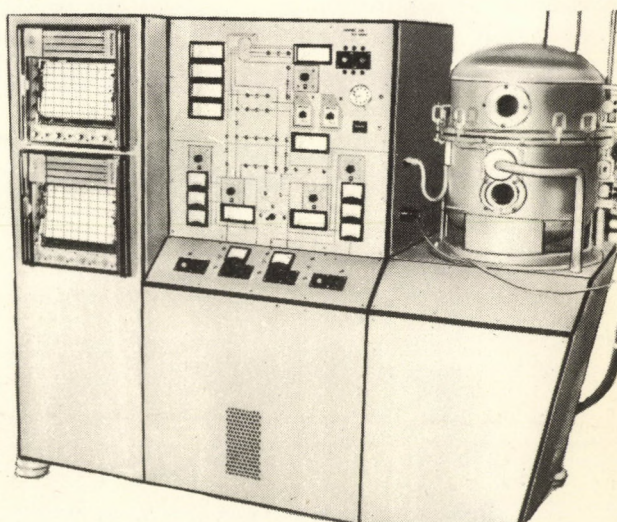
Automatikus zománc-hőszokkoló berendezés

A zománcok gyártási folyamatának ellenőrzése, valamint a felhasználók egyre differenciáltabb követelményei megteremtették a tűzzománcok esetében is egy egzakt minőségi vizsgálat kidolgozásának igényét.

A probléma megoldására az MTA Műszaki Kémiai Kutató Intézetében a Lampart Zománcipari Művekkel együttműködve zománcminták, illetve kisebb méretű zománcozott idomok zománcminőségének pontos laboratóriumi vizsgálatához automatikus működésű célműszert fejlesztettünk (1. ábra). A cseppfolyós halmazállapotú temperáló, ill. sokkoló folyadék 250 °C hőmérsékletig fűthető, és a két folyadékkörrel maximum 230 °C hőmérsékletkülönbségű hőszokk valósítható meg. A berendezés a vegyipari készülékek valamennyi jellegzetes és lényeges geometriai modell elemének a teljes felületet egyidejűleg érintő hőszokkolását, esetleg mindkét oldalról alkalmazott tartós hőnyírás megvalósítását is lehetővé teszi. A berendezés kézi és automatikus vezérlésű üzemmódban használható. Automatikus üzemmódban a készülékbe épített programkapcsolós vezérlés gondoskodik a temperáló, ill. sokkoló közeg beállított hőmérsékletének pontos tartásáról, a két folyadékkör megfelelő idejű és irányú cirkuláltatásáról, illetve a temperáló és sokkoló periódusok minden lényeges paraméterének tartásáról, továbbá a lefutott ciklusok számának jelzéséről. A készülék előlapján lévő fényjelzésű folyamatábra

szemléletesen és jól áttekinthetően jelzi a program minden egyes mozzanatát. A konstrukció az adott lehetőségeken belül tetszőleges hőmérsékleten, tetszőleges hőmérsékletkülönbségű és tetszőleges számú hőszokk automatikus megvalósítását teszi lehetővé.

A készülék mindenkor méri és folyamatosan regisztrálja a próbatest, a temperáló és a sokkoló folyadék, valamint a sokkoló edény további öt kiválasztott pontjának pontos hőmérséklet értékét. A készülékben nagyszámú biztonsági berendezés van. A hőmérsékletszabályozók meghibásodásából eredő túlfűtés megakadályozására kétkörös dupla hőmérsékletszabályozást al-



1. ábra. Automatikus zománc-hőszokkoló berendezés

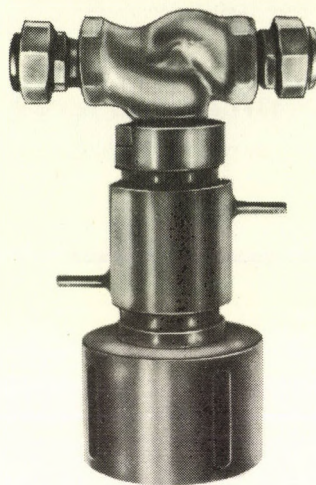
kalmaztunk. A vezetérendszer vagy szelepdugulás véletlenszerű bekövetkezésekor a szivattyú cirkulációs körébe a növekvő nyomás egy meghatározott határértékénél a beépített kontakt manométer bontja a szivattyút meghajtó villanymotor áramkörét, meggátolva ezzel is a súlyosabb üzemzavart. A készülék jelzi továbbá a háromfázisú tápfeszültség egyik vagy másik fázisának esetleges kiesését, a fűtőgyertyák esetleges kiégését, valamint a szivattyú mechanikus meghibásodását is.

Magas hőmérsékleten üzemelő mágnesszelep

Az automatizálás rohamos fejlődésével a modern vegyiparban egyre nagyobb szerepet kapnak a mágnesszelepek. Alkalmazásuk főleg 10...120 °C hőmérsékletű szállítandó közeg mellett szokásos és megoldott. Elsősorban magas hőmérsékletű olajokkal, de más aránylag magas hőmérsékletű folyadékokkal dolgozó technológiák esetében gyakran szükséges lenne az említett hőmérséklettartománynál magasabb hőmérsékletű folyadékot szállító vezetérendszer mágnesszeleppel való ellátása. Ezen a hőmérsékleten azonban már külön problémát jelent a mágnesszelep elektromos alkatrészeinek a káros túlhevüléstől való védelme, a megfelelő tömítőanyagok kiválasztása, a nagy hőtágulás miatt a megfelelő illesztések kivitelezése stb. Az említett nehézségek miatt a nehezen beszerezhető, drága külföldi gyártmányok között is ritka a 200 °C hőmérsékletáthárig használható mágnesszelep. Mivel Intézetünkben a kutatómunka során tartósan 250 °C hőmérsékleten üzemelő mágnesszelepre volt szükség, megterveztük és kikísérleteztük a megfelelő konstrukciót.

Az Intézetben készült új mágnesszelep 300 °C hőmérsékletáthárig alkalmazható, a próbaméré-

sek szerint a szállított anyagtól függően ezen a hőmérsékleten 1—2 ezer kapcsolást képes elvégezni tömítéscsere nélkül. A mágnesszelepet 1 coll átmérőjű csővezetérendszerhez terveztük, de a konstrukció lehetőséget ad más méretekben való előállításra is. A mágnesszelep egyenirányított 220 V hálózati feszültséggel működik, áramfelvétele 0,3 A. A szelep huzamos ideig bekapcsolt állapotban tartható, a szállított kö-



2. ábra. Magas hőmérsékleten (300 °C) üzemelő mágnesszelep

zegetől származó vezetékes és a mágnesező tekercs által termelt hő elvezetését vízhűtéssel oldottuk meg. Az általunk használt szelep nem korrozív közeghez készült, saválló anyagból kivitelezve megengedhető a szállított anyag bizonyos mértékű korróziós hatása is. A komplett mágnesszelep súlya 11 kp. A konstrukcióban alkalmazott tömítések szilikonumból illetve teflonból készültek (2. ábra).

Bucsky György — Kiss Zoltán

KÜLFÖLDI MŰSZERÚJDONSÁGOK

Korszerű mérőműszerek a levegő- és vízszennyezettség vizsgálatára

A levegő- és vízszennyezettség elleni küzdelem egyre súlyosodó hazai feladat is, ennek során jelentős kiindulópont a légkörbe juttatott és szennyezőnek minősülő gázok, gőzök, porok stb., valamint a főleg ipari szennyvizek és bemosások nyomán a természetes vizekben megjelenő szennyező kémiai anyagok koncentrációjának mérése, és a veszélyes szintek rögzítése. Most e rovat keretében a levegő- és vízszennyezettség mérésére szolgáló műszerek, berendezések igen széles választékából mutatunk be néhányat.

A *levegőszennyezettség* ellenőrzésének egyik bevált módszere a SO_2 -tartalom meghatározása adott térfogatú levegőmintában a kibocsátó helytől *távoleső elemzés* (imissziós módszer), vagy *helyszíni* mintavételes, ill. folyamatos elemzés (emissziós módszer). Az észlelt koncentrációértékek az emissziós módszernél térfogatszázalék tartományban vannak, imissziós méréseknél a környezeti levegővel való erős hígulás miatt a ppm (ami ez esetben 10^{-4} térfogatszázalék) vagy a ppb (10^{-7} térfogatszázalék) tartományban mozognak. Ez a magyarázata annak, hogy az utóbbi elemzési módszernél a meteorológiai viszonyok a mérési eredményeket erősen befolyásolják.

Az *ULTRAGAS U3S* típ., H. Wösthof oHG, Bochum, NSZK gym. készülék a vezetőképesség-mérési elven működik. A minta két elektród között állandó sebességgel áramló, gyengén savanyú H_2O_2 -oldaton halad át, és a készülék 20, 30, 60 min-ként regisztrálja az ellenállás (vezetőképesség) változását, amely a minta SO_2 -tartal-

mával arányos. A mért értéket egyrészt vonalíró-kompenzográfon, másrészt olyan integráló-művön keresztül kapjuk meg nyomtatóíró segítségével, amely rögzíti a hatszámjegyes értéket, a dátumot és az időpontot. A nullahelyzet ismételt állítására aktív szénnel töltött előtét szolgál. A készülék méréstartományai: $0 \dots 1$, $0 \dots 2,5$ és $0 \dots 5 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$, illetve $0 \dots 10 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$ (1. ábra).



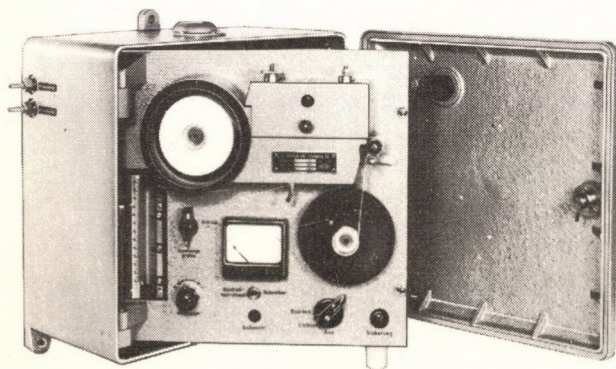
1. ábra. Az *ULTRAGAS U3S* típ. kéndioxid-elemző

A *COLOR-ADOS* típ. gázelemző az *ADOS GmbH*, Aachen, NSZK gyártmánya; emissziós módszer alapján folyamatosan méri és regisztrálja égéstermékek, füstgázok kéndioxidtartalmát. *Fotometriás* elven működik. Adagoló

szivattyúrendszer a mintát folyamatosan áramoltatja a reagensoldaton keresztül. A reagens elszíneződik a rendszerbe jutó gáztól, és az ezzel arányos fotoáram a beépített műszeren számszerűen mutatja a gázkoncentrációt. Méréstartományai: $0 \dots 2,5$ és $0 \dots 50 \text{ g Nm}^3$. A készülékhez $2,5 \text{ mA}$ -es vonal- vagy pontíró csatlakoztatható.

Az *ATMOSPHERE ANALYSER* az *Analytical Instrument Ltd.*, Fowlmere, Anglia ellenőrző műszere különösen alkalmas minden olyan szerves oldószer és egyéb szennyező gáz (pl. nitro-vegyületek, klórozott szénhidrogének, kénhexafluorid stb.) meghatározására, amelyek pl. *elektronbefogásos* módszerrel meghatározhatók. Amikor elektronbefogó anyag jut a trícium-sugárzóval szerelt detektorba, az ott uralkodó aránylag állandó elektronsűrűség lecsökken, és a detektoráram a mérendő anyag koncentrációjával arányosan kisebb lesz. A keletkezett áramot a mérőkörből olyan összehasonlító áramkörbe is vezetik, amely a kritikus érték túllépésénél riasztóberendezést kapcsol. A műszer skálája olyan, hogy önkényesen a vizsgálandó gázra kalibrálható. Fontosabb alkalmazási területei: hűtőipari oldószerek, valamint *nem elektronbefogásos* detektorral robbanásveszélyes szénhidrogének nyomelemzése.

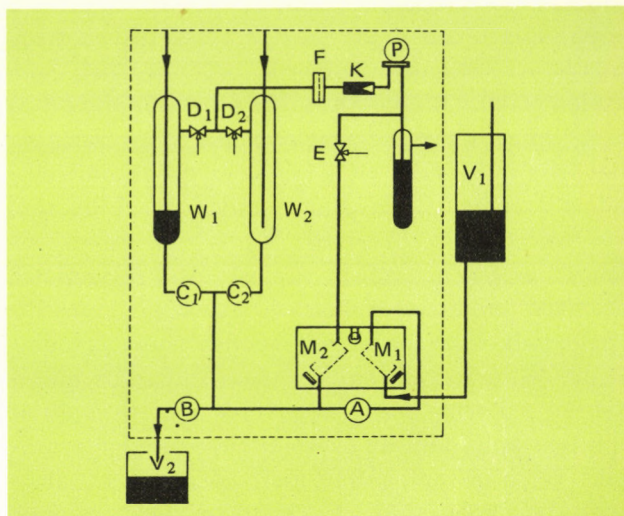
A *MONOCOLOR MO 1001* típ. készülék, amelyet a *H. Maihak AG*, Hamburg, NSZK cég gyárt előnyösen alkalmazható *kénhidrogénnyomok* folytonos elemzésére. Alapméréstartománya $0 \dots 25 \text{ mg Nm}^3$, ill. $0 \dots 50 \text{ mg Nm}^3$, ez kívánásra $0 \dots 2,5 \text{ mg Nm}^3$ -re is finomítható. A mérés elve: egy kénhidrogénreagenssel átitatott papírszalag 1 mm/min állandó előtolási sebes-



2. ábra. A *MONOCOLOR MC 1001* kénhidrogén-elemző

séggel halad el a mérőkamra és a vonatkozási kamra terében, miközben a papír a H_2S -koncentráció arányában *elszíneződik*. Az elszíneződést egy fényelem különbségi áramaként mutató műszeren mérjük, illetve regisztrálón is rögzítjük. A gáznyomásnak minimálisan 500 mm v.o. értékűnek kell lennie (2. ábra).

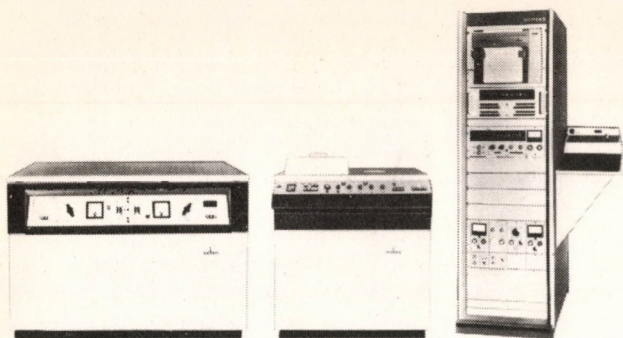
A *NITROX MONITOR* nevű készülék az *Enraf Nonius*, Delft, Hollandia cég gyártmánya, elsősorban nitrozus gázok meghatározására szolgál, de kis módosítással O_3 és SO_2 mérésére is alkalmas. A készülék a NO vagy a NO_2 , ill. a kettő együttes mérésére alkalmas, *fotometriás* elven működik. NO -meghatározás esetén a detektor-egységben szűrő és mangándioxid van, amely utóbbi a NO -nak dioxiddá alakítására szolgál. Mintavételezés félórás időközökben történik. A reagens hatására rózsaszín színeződés következik be, amelynek változását fotoellenállásos érzékelő segítségével mérjük és regisztráljuk, ill. mágnesszalagos adatgyűjtőbe juttatjuk. A készülék egyébként három hónapon át külön ellenőrzés nélkül folyamatosan üzemeltethető. Működésének vázlata a 3. ábrán látható.



3. ábra. A *NITROX MONITOR* gázelemző működésének elvi vázlata

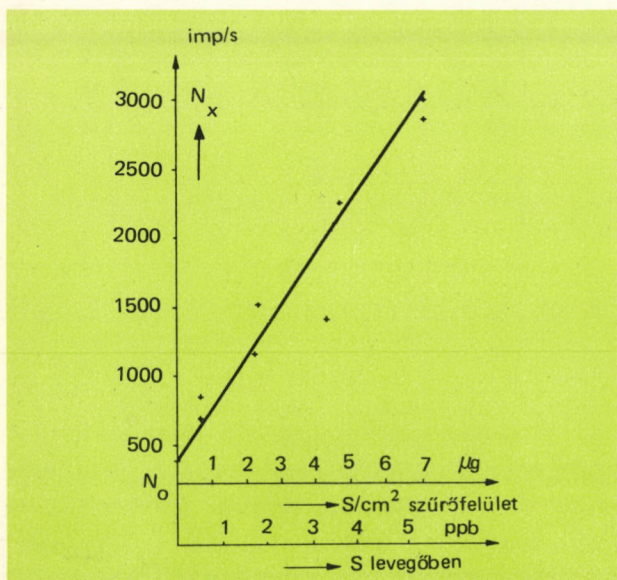
V_1 — reagenstartály; M_1 — referencia küvetta; M_2 — mérő küvetta; W_1 és W_2 — mosópalack; P — áramoltató szivattyú; K — kritikus fojtás; F — membránszűrő; A , B , C , D és E — programozott működésű szelepek

Az *SRS 1* típ. *Siemens AG*, Karlsruhe, NSZK gym. szekvenciális röntgenspektrométer kiragadott példa a *röntgenspektrometriás elemzés*



4. ábra. Az SRS1 tip. szekvenciális röntgenspektrométer

alkalmazására a levegő- és vízszennyezettség meghatározásában. A röntgenspektrometriás elemzés közismert roncsolásmentes módszer a $Z > 9$ (fluor) rendszerszámú elemek kvalitatív és kvantitatív fizikai meghatározására. A készülék (4. ábra) különösebb mintaelőkészítés nélkül folyékony (pl. ivóvíz, szennyvíz, tej, vészérum stb.), finom por alakú (lebegő porrészecskék, műtrágya) és szemcsés minták (talajminta, növényrost) elemzésére alkalmas 100% és $10^{-4}\%$ koncentrációhatárok között. Kimutatási határ $0,1$ ppm és 10 ppm között mozoghat. Az elemzési pontosság $\pm 0,2\%$ és $\pm 5\%$ között változhat a mintától függően. A módszer előnye, hogy kb. $100 \dots 200$ elemzés végezhető naponként, másrészt az elemzésmenet automatizál-



5. ábra. Lebegő porrészecskék kén tartalmának meghatározására szolgáló kalibrációs görbe röntgenspektrometriás elemzésnél (Siemens AG)

ható és a mérési adatok számítógéppel feldolgozhatók.

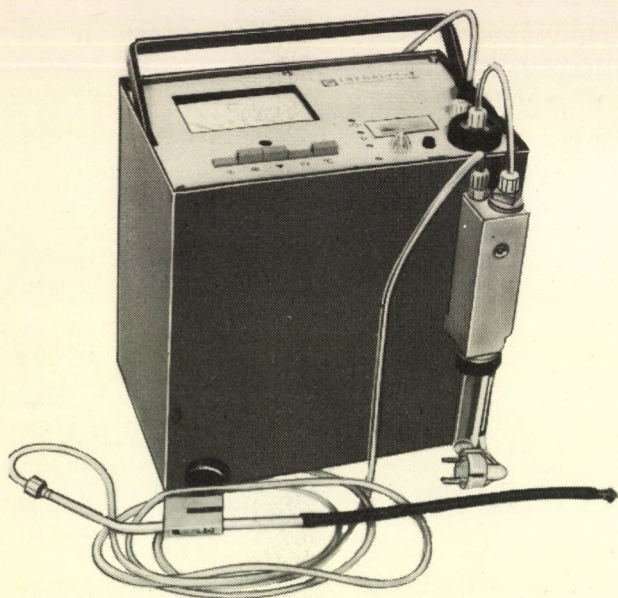
A levegő aeroszol-részecskékben különösen a S, P, Pb és As mérgező mennyiségeinek meghatározása jelentős. Kén meghatározáshoz pl. az 5. ábrán látható kalibrációs görbe szolgál, ahol az abszcisszán a kén $\mu\text{g cm}^2$ szűrőfelület egységben és ppb-értékben, míg az ordinátán az N_x bruttóintenzitás (átfolyásos számlálócső) szerepel.

A különböző vizekben végzett elemzéseknél a bepárlási ill. a leválasztási technikától függenek a kimutatási határok. Egy liter folyóvíz bepárlásánál pl. az 1. táblázat értékei adódnak a fontosabb elemekre.

1. táblázat		
Elem	Bepárlás $\mu\text{g/l}$	Leválasztás $\mu\text{g/l}$
Na	10	1
Mg	5	0,5
Ca, K, Cu, Fe	1	0,1
Zn, Cr, Co, Pb, As	0,1 ... 0,5	0,1 ... 0,05

A kisméretű, hordozható INFRALYT-T típusú gázelemzőt a VEB Junkalor, Dessau, NDK cég gyártja. Alkalmazható a különféle, levegőt szennyező CO , CO_2 , CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 , SO_2 stb. mérésére. Elsősorban belsőégésű és Diesel-rendszerű motorok kipufogógázainak elemzésére tervezték, de alkalmas vegyipari üzemekben gázszivárgás, illetve hűtőházakban széndioxidtartalom meghatározására is. Infravörös abszorpciós elven működik, a mérőcellából kapott különbségi jel tranzisztoros erősítőn át mutatós műszerre és regisztrálóra jut. A megfelelő villamos kimenetek $250 \mu\text{A}$ 330 ohmon, ill. 50 mV. Alapméréstartományok: CO -ellenőrzéshez $0 \dots 5$ és $0 \dots 10$ térfogatszázalék, illetve $0 \dots 0,25$ és $0 \dots 0,5$ térfogatszázalék CO_2 (6. ábra).

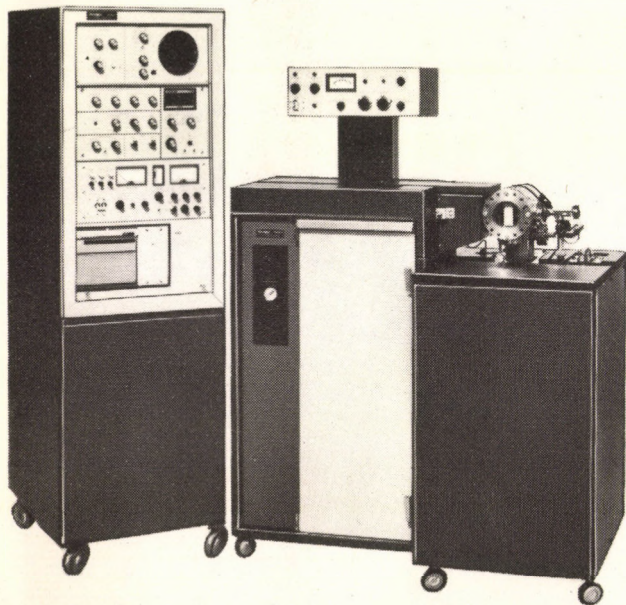
A cég másik, nagyobb igényű mérésekre használható készüléke az INFRALYT 4, szintén infravörös abszorpciós módszerrel működik. Emisziós módszer esetén túlnyomás alatti gázok és korrózív gázok meghatározására falra vagy műszertáblába szerelhetően rendelhető. A műszerének leolvasási hibája $\pm 1,6\%$. A mérőkamrákat 60°C -on temperálják. Néhány gázra vonat-



6. ábra. Infralyt-T típ. hordozható gázelemző

kozó méréstartományai: CO_2 -nál $0 \dots 0,006$; N_2O -nál $0 \dots 0,006$; CO -nál $0 \dots 0,01$; NH_3 -nál $0 \dots 0,6$; SO_2 -re $0 \dots 0,01$; végül CFCl_3 (frigen 11) esetén $0 \dots 80$ térfogatszázalék.

A Model 3100 D típusjelű gázkromatográf-tömegspektrométer a Finnigan Instruments AG, Basel, Schweiz cég aránylag egyszerűbb felépítésű berendezése, amely belsőégésű motorok ki-

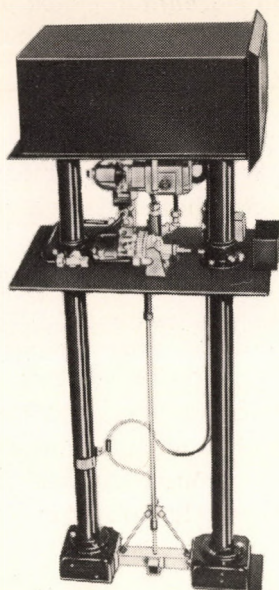


7. ábra. A Model 3100 D típusjelű gázkromatográf-tömegspektrométer kipufogógáz vizsgálatára

pufogógázaiban a szénhidrogének összetételének és arányának gyors és szelektív meghatározására alkalmazható. A készülékben a Model 9500 típusú lineáris hőmérsékletprogramozású gázkromatográf, igen kis holtterű üveg-szeparátor csatolóegység és kvadrupol tömegspektrométer kapcsolódik egymáshoz. Beépített standard, jobb mint ± 1 tömegszámra állítható ún. tömegszám-marker biztosítja a keresett tömegszám azonosítását oszcilloszkópon vagy gyorsregisztrálón, a tömegszámtartomány $10 \dots 500$. A csúcsszelektor nyolc kiválasztott tömegszám szerinti azonosítást végez. Ennek révén ún. tömegfragmentogramok nyerhetők, amelyek az adott tömegszámhoz tartozó kromatogramok tömegspektrometriás felbontásai. Így pl. az $m/e = 91$ tömegszám szerint elvégezve a szelektálást, a speciális spektrumban az összes alkilszubsztituált aromás vegyületek megjelennek (C_7H_7^+). A berendezés a szennyezett ipari vizek ill. édesvizek elemzésénél, pl. permetezőszerek lebomlásából származó szénhidrogénnyomok gyors kimutatására is alkalmazható (7. ábra).

A DURST MONITOR a Foster Cambridge Ltd., London, Anglia cég gyártmánya és $10 \dots 100 \mu\text{m}$ átmérőjű szemcsék mérésére szolgál. A pormérő készülék előnyös erőművek és egyéb ipartelepek környezetében fellépő erős por-szennyeződés ellenőrzésére, mivel a $10 \mu\text{m}$ feletti méretű részecskék különösen káros lerakódásokat okozhatnak. Mintavevő egységében egy alkalmas nyíláson át csak a jelzett méretű részecskék áramlanak be és csapódnak le a mérő üveglakokra. Az elemzés fotometriás elven történik, a mintagyűjtés ideje 15 min, később sűrített levegő tisztára fújja az ablakot. A készülék elektrosztatikus porleválasztók működésének ellenőrzésére is alkalmas (8. ábra).

A szennyeződés mértékének egy veszélyes szint fölé növekedése esetén viszonylag gyors beavatkozás szükséges, ami állandó megfigyelmet kíván. A megfigyelő helyek telepített, állandó mérőállomások, vagy mérőkocsik lehetnek. A helyesen megválasztott elhelyezésű mérőállomásokon a levegőben lévő gáz- és poralakú szennyeződések koncentrációját és a meteorológiai adatokat mérik egyidejűleg. A megfigyelés általában központi elhelyezésű főállomáson és néhány mellékállomáson történik, amelyeket postakábellel kapcsolnak össze. A főállomáson kéndioxidot, nitrogéndioxidot, széndioxidot,



8. ábra. A Dust Monitor porszennyeződés ellenőrző

szénhidrogéneket és relatív nedvességet, valamint meteorológiai jellemzőket (sugárzási mérleget, hőmérsékletet, szélirányt és szélsébséget) határoznak meg. A mellékállomásokon kén-dioxidot, nitrogéndioxidot és széndioxidot mérnek.

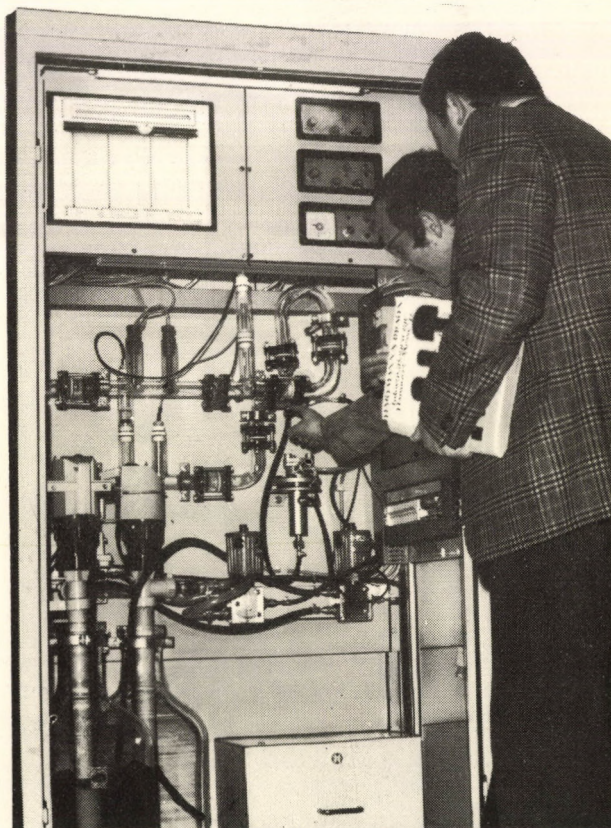
Példaként szolgálhat egy, a Hartmann u. Braun cég, Frankfurt, NSZK műszereivel felszerelt mérőállomás, amely az SO_2 -koncentráció mérésére PICOFLUX gáznymoelemzőt használ. Ez átalakított érzékelővel NO_2 mérésére is alkalmas. A CO és CO_2 szennyeződések mérésére URAS infravörös abszorpciós gázelemző szolgál. Az összes szénhidrogént lángionizációs érzékelővel vizsgálják. A porkoncentráció mérését optikai úton, fotocellával valósítják meg, ahol is a kiváló porszemcsék szűrőszalag fényáteresztőképességét csökkentik.

A helyhez kötött vizsgálóállomásokat jól kiegészítik a tehergépkocsira szerelt mozgómérő-állomások, az ún. mérőkocsik. Különösen ott van jelentőségük, ahol mérőállomás telepítése már nem gazdaságos, de több veszélyes szennyezőforrással kell számolni. A mérőkocsik felszerelése lényegében megfelel a mérőállomások műszerezettségének.

Másik igen jelentős környezetvédelmi célkitűzés a természetes vizek és ezzel szoros kapcsolatban az ivóvizek tisztaságának megőrzése. Először is a természetes vizeket szennyező ipari

szennyvizek összetételét kell folyamatosan ellenőrizni, és szükség esetén beavatkozni. Példaként egy Hartmann u. Braun műszerekkel felszerelt szennyvízellenőrző-állomást mutatunk be (9. ábra). Műszerezettsége a következő:

- | | |
|--------------------------|--|
| 1. pH: | Mérőelektróda, U-típ.
2×Pt 100 ellenálláshőmérő, a hőmérséklet-kompensációhoz |
| 2. Redox-potenciál: | pH-távadó, UPY3 típ.
Mérőelektróda, (platina/kalomel) pH-távadó, UPY3 típ. |
| 3. Oldott O_2 : | Oxigén mérőelektróda, membrános kivitelben, Au-Ag elektródákkal, NW72K típ. |
| 4. Hőmérséklet: | Hőmérséklet távadó (Pt 100 ellenálláshőmérővel), TEU4 típ. |
| 5. Vezetőképesség: | Vezetőképesség érzékelő adó, 6B1-1A/6 típ.
Mérőátalakító, MK 1/D típ.
Arucomp 6/4901 típ. |
| 6. Regisztráló: | Méréstartományok:
1. csatorna: 0...15 pH
2. csatorna: 0...900 mV
3. csatorna: 0...15 mg
4. csatorna: 0...40 °C
5. csatorna: 0...2000 $\mu\text{S/cm}$ |



9. ábra. A Hartmann—Braun gym. szennyvízellenőrző állomás

Minden jellemző az egységes 0...20 mA-es analóg kimenőjelre van vonatkoztatva.

Bár e rovatban csak külföldi műszerekről szoktunk beszámolni, célszerűnek látjuk röviden utalni azokra a hazai fejlesztésekre is, amelyek szintén e műszercsoport körébe sorolhatók. Elsősorban a *Méréstechnikai Központi Kutató Laboratórium* programjában szerepelnek főleg ipari vizek vizsgálatához alkalmazható készülékek.

Oldott oxigén mérésére *SOLOXON* elnevezéssel, teflon-membrános, szennyvizekre Au-Ag (*AUOX*), élővizekre Ag-Ag elektródás érzékelővel (*AGRO X-M*) felszerelt villamos távadót dolgoztak ki. Méréstartomány: 0...2,5 és 0...15 mg O₂/l.

Természetes vizek, valamint tisztított ipari vizek sótartalmának mérésére alkalmas a *KONDUKTON* elnevezésű vezetőképességmérő készülék. Méréstartomány: 0...2 és 0...10 μ S/cm között van, a felső méréshatára ezen belül bárhol megválasztható. Speciális érzékelővel 0...10 mS/cm méréstartomány is megvalósítható.

A vízben oldott kovasav (SiO₂) mérésére

és a mért érték villamos jelként történő távadására dolgozták ki a *NEPHELON-II* nevű berendezést. Három méréstartománya van: 0...20, 0...200 és 0...2000 ppm SiO₂.

A fenti távadó kimenete megfelel az URS előírásoknak: 0...5 mA egyenáram, 0...2400 ohm terhelőellenálláson. A *NEPHELON-II* távadó ezenkívül 4...20 mA és 0...20 mA kimenőjel tartománnyal is üzemeltethető, ennek a nyugati gyártmányú automatika rendszerekhez történő illesztés szempontjából van nagy jelentősége.

További lépést jelentett a *Bran u. Lübbecke*, Hamburg, NSZK cég licence alapján a MKKL-ben *AquAnal* néven gyártott, szakaszos üzemmódú, automatikus analizátor család, amely egyaránt alkalmas természetes és ipari vizekben oldott nyomszennyeződések mérésére, szükség esetén pedig beavatkozó automatikák működtetésére. A műszercsaládot 13-féle szennyezőanyag vizsgálatára dolgozták ki, általában 0...20 mA-es villamos kimenőjellel.

Dr. Solti Mihály — Vécsei István

KEDVES OLVASÓNK!

A Közlemények célja a Szolgálat eredményeinek és munkásságának megismertetése elsősorban azért, hogy minél szélesebb körben váljanak köztudottá a lehetőségek, szolgáltatások, amelyekkel az MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálata a hazai kutatás és fejlesztés rendelkezésére áll.

A meglévő igény minél teljesebb kielégítése és egyben a Szolgálatnál fennálló lehetőségek tökéletesebb hasznosítása érdekében a Közlemények ezen számához levelezőlapot mellékelünk. A levelezőlapon feltüntetjük az MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálatának fontosabb ingyenes, illetve térítés ellenében igénybevehető szolgáltatásait.

Kérjük t. Olvasóinkat, hogy a levelezőlapokat — igényüknek megfelelően — töltsék ki és juttassák el címünkre.

Szerkesztőbizottság

AZ MTA MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA

ingyenes szolgáltatásai

Szaktanácsadás műszerbeszerzés, mérési módszer ügyében

- ☐ Kérem, hogy számomra a következő műszer hazai (külföldi) beszerzésére vonatkozó tájékoztató anyagot közöljenek:
- ☐ Kérem, hogy a következő mérési feladat megoldásában szaktanácsadással segítsenek:
- ☐ Kérem, hogy a következő műszer hazai lelőhelyét közöljék (csak 10 000,— Ft-nál nagyobb értékű műszerre vonatkozhat):

Kiadványok megküldése

Kérem az alábbi kiadványokat:

- ☐ Kölcsönműszerek Jegyzéke
- ☐ MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálata, Közlemények
- ☐ Tájékoztató anyag a kutatófilmzési szolgáltatásról

AZ MTA MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA

térítés ellenében igénybe vehető szolgáltatásai

Kérek tájékoztató tárgyalást

Méréstechnikai szolgáltatásokkal kapcsolatban:

- ☐ Speciális akusztikai vizsgálatok, zaj- és rezgésmérések
- ☐ Hőtechnikai mérések
- ☐ Mechanikai igénybevétel mérése nyúlásmérőbélyeges módszerrel
- ☐ Villamos mennyiségek mérése és regisztrálása

Kutatófilm készítéssel kapcsolatban:

- ☐ Nagysebességű és idősűrítő felvételek
- ☐ Infravörös regisztrálás
- ☐ Schlieren-vizsgálatok
- ☐ Mágneshang csíkozás

Műszerkölcsönzés

- ☐ Kérek tájékoztatást arról, hogy az alábbi műszer kölcsönözhető-e az általam itt megadott időpontban:

- ☐ Kérem a műszert számomra előjegyezni.

Műszerjavítás

- ☐ Kérem közölni, hogy az alábbi hibás műszer javítását (bemérését) a Szolgálat vállalja-e:

Szervizszolgáltatás

- ☐ Kérem, szíveskedjenek a Philips, Philips—Withof, Hewlett—Packard, Hottinger—Baldwin Messtechnik, Radiometer és C. Reichert cégek tudományos és ipari műszereinek szervize ügyében velünk érintkezésbe lépni (gyártmány, típus):

A FELADÓ

NEVE:

MUNKAHELYE:

CÍME:

TEL.:

MTA
Műszerügyi és Méréstechnikai
Szolgálat

1364 BUDAPEST. Pf. 98.

Martinelli tér 3.

A FELADÓ

NEVE:

MUNKAHELYE:

CÍME:

TEL.:

MTA
Műszerügyi és Méréstechnikai
Szolgálat

1364 BUDAPEST. Pf. 98.

Martinelli tér 3.

A FELADÓ

NEVE:

MUNKAHELYE:

CÍME:

TEL.:

MTA
Műszerügyi és Méréstechnikai
Szolgálat

1364 BUDAPEST. Pf. 98.

Martinelli tér 3.

**Legfontosabb
telefonszámaink:**

- Központ 188-824
- Műszerkölcsonzés 181-400
- Szaktanácsadás,
műszerkataszter 189-401
- Mérésszolgáltató
Osztály 187-235, 389-140
- Kutatófilm Osztály 116-820, 121-319

E számunk hirdetői:

- EMG Elektronikus Mérőkészü-
lékek Gyára (95)
- Foto-Optika I. Sz. (94)
- Híradástechnika Szövetkezet
(93)
- Kontakta Alkatrészgyár (92)
- MIGÉRT Műszer- és Irodagép-
értékesítő V. (65)
- MTA KUTESZ Vállalat (borító
III)
- PHILIPS, Eindhoven (91)
- Radelkis Elektrokémiai Mű-
szergyártó (borító II, borító
hátlap)

KÖLCSÖNMŰSZERPARK SZAPORULATA

Összeállította: Görgényi László

Ellenőrizte: Wölfler Lajosné

Fluoriméter, 244 típus.

Evans Electroselenium gyártmány

Gerjesztő sugárzás hullámhosszai	366, 380, 436, 470, 514 nm
Gerjesztett sugárzás hullámhossz tartománya	400...700 nm
Hengeres kuvetta:	
hossza	60 mm
űrtartalma	1,5 ml
Átfolyó kuvetta:	
átmérője	3 mm
űrtartalma	0,4 ml
Fényforrások	50 W-os Hg-lámpa, 55 W-os H-lámpa
Érzékenység kininszulfátra	$4 \cdot 10^{-5}$ ppm

Atomabszorpciós spektrofotométer, 1000 típus.

Varian Techtron gyártmány

Acetilén—levegő és acetilén—dinitrogén-oxid keverékkel működik	
Hullámhossztartomány	186...900 nm
Üregkatódos lámpák:	
alumínium	309,3 nm
bór	249,8 nm
cézium	852,1 nm
króm	357,9 nm
kalcium	422,7 nm
kobalt	240,7 nm
réz	324,7 nm
erbium	400,8 nm
magnézium	285,2 nm
nikkel	232,0 nm
praeodinium	495,1 nm
szamárium	429,7 nm
titán	364,3 nm
vanádium	318,5 nm
cirkónium	360,1 nm

Automatikus titrátor, TTT 11 b típus.

Radiometer gyártmány

Titrátor, TTT 11 b típus.	
pontosság	0,05 pH; 5 mV

proportionális tartomány	0...5 pH; 0...500 mV
végpontbeállítás tartomány	0...14 pH; 0...1400 mV
pH-mérő, PHM 51 b típus.	
méréstartományok és pontosságok	0...14 pH $\pm 0,035$ pH 6,0...8,8 pH $\pm 0,007$ pH 0... ± 1400 mV ± 3 mV 0... ± 280 mV ± 1 mV 0...100 °C nagyobb, mint $5 \cdot 10^{12}$ ohm
hőfokkompenzáció bemenő ellenállás	
Automata buretta egység, ABU 12 c típus.	
Egy perc alatt kifolyó titráló folyadék a buretta térfogatához képest	1,25...100%
Buretta, B 210 típus.	
térfogata	25 ml
egy osztás	0,01 ml
pontosság	$\pm 25 \mu\text{l} \pm 0,2\%$
Buretta, B 220 típus.	
térfogata	2,5 ml
egy osztás	0,001 ml
pontosság	$\pm 2,5 \mu\text{l} \pm 0,5\%$
Titrálóállvány TTA 3 típus.	
titrálólombik térfogata	50 ml
Regisztráló, SBR 2 c típus.	
belső kompenzáció	± 2 pH; ± 4 pH; ± 6 pH ± 100 mV; ± 200 mV; ± 300 mV
Papírelőtolási sebességek	0,125...40 mm/min

Analitikai mérleg, 2462 típus.

Sartorius gyártmány

Méréstartomány	0...200 g
Pontosság	$\pm 0,1$ mg
Ismétlőképesség	$\pm 0,05$ mg

Ultratermosztát, U 1 típus.

Prüfgeräte-Werk gyártmány

Szabályozási tartomány	-60...+160 °C
Szabályozhatóság	$\pm 0,2$ °C
Edény űrtartalma	1 l
Szivattyú teljesítménye	4 l/min

Ultraszónikus mosóberendezés, 323/101 típus.*KLN gyártmány*

Mosóedény térfogata	4 l
Generátor:	
frekvenciája	4 kHz
teljesítménye	150 W

Fixfrekvenciás négyszög
kimenetek10 MHz; 1 MHz; 100 kHz
10 kHz; 1 kHzKimenő feszültség
Kimenő impedancia
Felfutási és visszafutási
idő0,1...9,9 V
75 ohm
kisebb, mint 40 ns**RC hanggenerátor, PO 18 típus.***Zopan gyártmány*

Frekvenciatartomány	20 Hz...60 kHz (5 sávban)
Frekvenciapontosság	$\pm 1\%$ ± 1 Hz
Frekvenciastabilitás	$\pm 0,05\%/h$
Kimenő feszültség	0...31,6 V
Kimenő impedancia	600 ohm
Torzítási tényező 300 Hz és 100 kHz között	kisebb, mint 0,2%

Jelalak generátor, G 3-39 típus.*Szovjet gyártmány*

Frekvenciatartomány	0,01 Hz...11,1 kHz
Pontosság	$\pm 2\%$
Fáziseltolás	0°; 90°; 180°; 270°
Kimenő feszültség	0...10 V
Kimenő hullámformák	szinusz és négyszög
Színusz hullám torzítása	2%

Kisfrekvenciás hullámalak generátor, 100 típus.*Exact Electronics gyártmány*

Frekvenciatartomány	0,001 Hz...5 MHz (10 sávban)
Pontosság	$\pm 3\%$
Kimenő feszültség	0...15 V
Kimenő impedancia	50 ohm
Kimenő hullámformák	szinusz, négyszög, háromszög, fűrészes és impulzus ± 5 V
DC eltolás	
Színusz hullám torzítása 10 kHz-ig	kisebb, mint 0,5%
Négyszöghullám felfutási és esési ideje	kisebb, mint 50 ns

Impulzusgenerátor, TE 15 típus.*Tekelec-Airtronic gyártmány*

Frekvenciatartomány	6 Hz...60 MHz (9 sávban)
Impulzusszélességek	6 ns...60 ms (7 sávban)
Impulzuskésleltetések	6 ns...60 ms (7 sávban)
Kimenő feszültség	-10...+10 V
Kimenő impedancia	50 ohm
Felfutási és visszafutási idő	2,5 ns

Modulszerű impulzusgenerátor, P 640 típus.*Ferisol gyártmány*

PFD-20 típus. meghajtó egység	
frekvenciatartomány	1 kHz...200 MHz (11 sávban)
impulzusszélességek	2 ns...100 μ s (10 sávban)
impulzuskésleltetések	0...100 μ s (10 sávban)
kimeneti fix feszültség	1,5 V
kimeneti impedancia	50 ohm
felfutási és visszafutási idő	2 ns
FIR-20 típus. impulzusformáló egység	
ismétlődési frekvenciák	PFD-20 típus.-tól függ
impulzusszélességek	PFD-20 típus.-tól függ
kimenő feszültségek	2,5...5 V
kimenő impedancia	50 ohm
felfutási és visszafutási idő	1,2 ns

AM-FM szignálgenerátor, LF 110 típus.*Ferisol gyártmány*

Frekvenciatartomány	1,8...220 MHz (4 sávban)
Pontosság:	
28 MHz-ig	$\pm 2,5\%$
28 MHz felett	$\pm 1\%$
Kimenő szint	0 dB; 244 mV
Kimenő impedancia	50 ohm
Kimeneti csillapítás	0...120 dB
Belső frekvenciamoduláció	1 kHz
Külső frekvenciamoduláció	30 Hz...10 kHz
Belső amplitúdómoduláció	1 kHz
Külső amplitúdómoduláció	30 Hz...20 kHz
Moduláció mélység	0...50%
Egyidejű amplitúdó és frekvenciamoduláció lehetséges	

Kisfrekvenciás hullámalak generátor, 5400 A típus.*Krohn-Hite gyártmány*

Frekvenciatartomány	0,002 Hz...5 MHz (9 sávban)
Pontosság	$\pm 1\%$
Frekvenciastabilitás	0,05%/10 min; 0,25%/24 h
Kimenő feszültség	0...15 V
Kimenő impedancia	50 ohm
Kimenő hullámformák	szinusz, négyszög, háromszög, fűrészes ± 10 V
DC eltolás	
Színusz hullám tozítása 100 kHz-ig	0,5%
Négyszöghullám felfutási és esési ideje	kisebb, mint 30 ns

Digitális impulzusgenerátor, TR-0360 típus.*Híradástechnika Szövetkezet gyártmány*

Vezérlés	belső kristálygenerátorral, vagy külső jelforrással
Belső kristálygenerátor:	
névleges frekvenciája	10 MHz
beállítási pontossága	$\pm 25 \cdot 10^{-6}$
Legkisebb előállítható időtartam	100 ns
Legnagyobb előállítható időtartam	100 s

UNITESTER univerzális csővoltmérő,

TM 101 típus.

Péceli HTSZ gyártmány

Egyenfeszültségmérőként:	
méréshatárok	0,3...1000 V (8 sávban)
pontosság	$\pm 2,5\%$
bemenő impedancia	20 Mohm
Egyenárammérőként:	
méréshatárok	6 mA...3 A (5 sávban)
pontosság:	
150 mA-ig	$\pm 3\%$
150 mA felett	$\pm 5\%$
bemenő impedancia	100...0,2 ohm
Váltakozófeszültség-	
mérőként:	
méréshatárok	1...300 V (6 sávban)
pontosság	$\pm 5\%$
frekvenciatartomány	25 Hz...1 MHz
bemenő impedancia	1 Mohm, 48 pF
Váltakozóárammérőként:	
méréshatárok	0,6 mA...3 A (5 sávban)
pontosság	$\pm 5\%$
frekvenciatartomány	25 Hz...50 kHz
bemenő impedancia	100—0,2 ohm
Ellenállásmérőként:	
méréshatárok	100 ohm—1 Mohm (6 sávban)
pontosság	$\pm 5\%$

RMS voltmérő, 501 A típus.

Ferisol gyártmány

Méréshatárok	1 mV...300 V (12 sávban)
Pontosság	$\pm 3\%$
Frekvenciatartomány	10 Hz...20 MHz
Bemenő impedancia	10 Mohm, 45 pF

Digitális multiméter, TE 370 típus.

Tekelec-Airtronic gyártmány

Egyenfeszültség-	
mérőként:	
méréshatárok	100 mV...1000 V (5 sávban)
legnagyobb érzékenysé	1 μ V
bemenő impedancia:	
10 V-ig	10 Gohm
10 V felett	10 Mohm
Váltakozófeszültség-	
mérőként:	
méréshatárok	1...750 V (4 sávban)
maximális érzékenység	10 μ V
frekvenciatartomány	50 Hz...100 kHz
bemenő impedancia	1 Mohm, 75 pF
pontosság	a mért érték $\pm 0,05\%$ -a + a végkitérés $\pm 0,02\%$ -a
Ellenállásmérőként:	
méréstartomány	100 ohm...10 Mohm
maximális érzékenység	1 mohm
pontosság	a mért érték $\pm 0,006\%$ -a + a végkitérés $\pm 0,004\%$ -a
Méréshatárérték	automatikus
Mérőpontok száma	120 000

Digitális multiméter, 4300 típus.

Dana gyártmány

Egyenfeszültség-	
mérőként:	
méréshatárok	100 mV...1000 V (5 sávban)

maximális érzékenység	10 μ V
bemenő impedancia:	
1 V-ig	1000 Mohm
1 V felett	10 Mohm
pontosság	$\pm 0,03\%$ ± 1 digit
Váltakozófeszültség-	
mérőként:	
méréshatárok	1 V...1000 V (4 sávban)
maximális érzékenység	100 μ V
frekvenciatartomány	50 Hz...20 kHz
bemenő impedancia	1 Mohm, 100 pF
pontosság	$\pm 0,2\%$ ± 3 digit
Ellenállásmérőként:	
méréshatárok	1 kohm...10 Mohm (5 sávban)
maximális érzékenység	100 mohm
pontosság	$\pm 0,1\%$ ± 2 digit
Mérőpontok száma	20 000

Digitális multiméter, TE 923 típus.

Tekelec-Airtronic gyártmány

Egyenfeszültség-	
mérőként:	
méréshatárok	100 μ V...1000 V (8 sávban)
maximális érzékenység	0,1 μ V
bemenő impedanciák:	
méréshatárok	bemenő impedanciák
100 μ V	100 kohm
1 mV	1 Mohm
10 mV	10 Mohm
100 mV	10 Gohm
1 V	10 Gohm
10 V	10 Gohm
100 V	100 Mohm
1000 V	100 Mohm
pontosság	$\pm 0,1\%$ ± 1 digit
Egyenárammérőként:	
méréshatárok	100 nA...1 A (8 sávban)
maximális érzékenység	0,1 nA
bemenő impedancia	10 kohm...0,1 ohm
pontosság	$\pm 0,2\%$ ± 1 digit
Ellenállásmérőként:	
méréstartomány	100 ohm...1 Gohm
maximális érzékenység	0,1 ohm
pontosság	$\pm 0,3\%$ ± 1 digit $\pm 0,1$ ohm
Mérőpontok száma	2000

Digitális multiméter, 1242 típus.

Weston gyártmány

Egyenfeszültség-	
mérőként:	
méréstartomány	100 mV...1000 V (5 sávban)
maximális érzékenység	10 μ V
bemenő impedancia:	
100 mV-ig	100 Mohm
1 V-ig	1000 Mohm
1 V felett	10 Mohm
pontosság	$\pm 0,05\%$ ± 1 digit
Egyenárammérőként:	
méréstartomány	100 μ A...1 A (5 sávban)
legnagyobb érzékenység	10 nA
pontosság	$\pm 0,15\%$ ± 1 digit
Váltakozófeszültség-	
mérőként:	
méréshatárok	100 mV...500 V (5 sávban)
maximális érzékenység	10 μ V
frekvenciatartomány	40 Hz...10 kHz
bemenő impedancia	1 Mohm

pontosság	$\pm 0,2\%$ ± 1 digit
Váltakozóárammérőként:	
mérés határok	100 μ A ... 1 A (5 sávban)
maximális érzékenység	10 nA
frekvenciatartomány	40 Hz ... 10 kHz
pontosság	$\pm 0,35\%$ ± 1 digit
Ellenállásmérőként:	
maximális érzékenység	100 mohm
mérés határok	1 kohm ... 10 Mohm (5 sávban)
pontosság	$\pm 0,1\%$ ± 1 digit
Mérőpontok száma	20 000

Digitális kéziműszer, DIGITEST 750 típus.

Schneider gyártmány

Egyenfeszültség- mérőként:	
mérés határok	200 mV ... 1000 V (5 sávban)
maximális érzékenység	100 μ V
bemenő impedancia	10 Mohm
pontosság	a mért érték $\pm 0,002\%$ -a + a mérési tartomány $\pm 0,001\%$ -a
Egyenárammérőként:	
mérés határok	200 μ A ... 2 A (5 sávban)
pontosság	a mért érték $\pm 0,003\%$ -a + a mérési tartomány $\pm 0,002\%$ -a
maximális érzékenység	100 nA
Váltakozófeszültség- mérőként:	
mérés határok	200 mV ... 500 V (5 sávban)
maximális érzékenység	100 μ V
frekvenciatartomány	40 Hz ... 200 kHz
bemenő impedancia	1 Mohm, 50 pF
pontosság	a mért érték $\pm 0,003\%$ -a + a mérési tartomány $\pm 0,002\%$ -a
Váltakozóárammérőként:	
mérés határok	200 μ A ... 2 A (5 sávban)
maximális érzékenység	100 nA
frekvenciatartomány	40 Hz ... 10 kHz
pontosság	a mért érték $\pm 0,005\%$ -a + a mérési tartomány $\pm 0,002\%$ -a
Ellenállásmérőként:	
mérés határok	200 ohm ... 2 Mohm (5 sávban)
maximális érzékenység	1 ohm
pontosság	a mért érték $\pm 0,003\%$ -a + a mérési tartomány $\pm 0,002\%$ -a
Mérőpontok száma	2000

Kétsugaras oszcilloszkóp, OCT 569 A típus.

CRC gyártmány

Képernyő mérete	8×10 cm
Függőleges erősítő:	
frekvenciatartomány	DC ... 60 MHz
érzékenység	40 MHz-ig 5 mV/cm ... 50 V/cm; 50 MHz-ig 10 mV/cm ... 10 V/cm
bemenő impedancia	1 Mohm, 20 pF
felfutási idő:	5 mV/cm érzékenységnél 8,75 ns; 10 mV/cm érzékenységnél 7 ns; 20 mV/cm érzékenységnél 5,8 ns

Vízszintes erősítő:	
frekvenciatartomány	DC ... 5 MHz
érzékenység	5 mV/cm ... 10 V/cm
bemenő impedancia	1 Mohm, 20 pF
Időeltérítő generátor:	
időeltérítés sebessége	0,1 μ s/cm ... 2 s/cm

Kétsugaras oszcilloszkóp, SM 112 típus.

SE Laboratories gyártmány

Képernyő mérete	8×10 cm
Függőleges erősítő:	
frekvenciatartomány	DC ... 100 MHz
érzékenység	40 MHz-ig 1 mV/cm ... 10 V/cm 40 MHz felett 10 mV/cm ... 50 V/cm
bemenő impedancia	1 Mohm, 23 pF
felfutási idő	3,5 ns
Vízszintes erősítő:	
frekvenciatartomány	DC ... 15 MHz
érzékenység	2 ... 200 mV/cm
Időeltérítő generátor:	
időeltérítés sebessége	50 ns/cm ... 1 s/cm

Kétsugaras oszcilloszkóp, 1566 (TR-4650) típus.

EMG gyártmány

Képernyő átmérője	10 cm
Függőleges erősítő:	
frekvenciatartomány	DC ... 20 MHz
érzékenység	50 mV/cm ... 20 V/cm
bemenő impedancia	1 Mohm, 40 pF
felfutási idő	17,5 ns
Vízszintes erősítő:	
frekvenciatartomány	DC ... 1 MHz
érzékenység	100 mV/cm ... 1 V/cm
bemenő impedancia	1 Mohm, 50 pF
Időeltérítő generátor:	
időeltérítés sebessége	0,2 μ s/cm ... 0,5 s/cm

Frekvencia- és fordulatszám-mérő, TR-5552 típus.

TELMES KTSZ gyártmány

Fordulatszám-mérőként:	
mérés határok	300 ... 60 000 ford/min
pontosság	2 ^o / _o
Frekvenciamérőként:	
mérés tartomány	5 Hz ... 3 MHz
pontosság	1 ^o / _o
bemenő feszültség	20 mV ... 300 V

Digitális frekvencia- és időmérő, 1646 (TR-5259) típus.

EMG gyártmány

Frekvenciamérőként:	
mérés tartomány	DC ... 100 MHz
pontosság	\pm az időalapgenerátor hibája ± 1 digit
kapuidő	1 μ s ... 10 s
Számlálólóként:	
maximális számkapacitás	999 999 999
Periódusidőmérőként:	
mérés tartomány	1 μ s ... 10 ⁸ s
pontosság	\pm az időalapgenerátor hibája \pm az indítási hiba ± 1 digit
Időalap:	
frekvenciája	5 MHz
stabilitása	5 · 10 ⁻⁹
Bemenő érzékenység	100 mV ... 10 V
Bemenő impedancia	1 Mohm, 50 pF

Digitális frekvencia- és időmérő, Cs 3-34 típus.

Szovjet gyártmány

Méréstartomány	10 Hz...120 MHz
Bemenő jel amplitúdója	0,1...100 V
Bemenő impedancia	10 kohm, 70 pF
Periódusidő mérésstartománya	0,1 μ s...100 s
Időalap:	
frekvenciája	5 MHz
stabilitása	$1 \cdot 10^{-8}$
Mérőpontok száma	10^{10}

Digitális frekvenciamérő, PFL-23 típus.

Zopán gyártmány

Méréstartomány	10 Hz...25 MHz
Kapuidő	0,01...10 s
Pontosság	\pm a kapuidő reciproka \pm az időalap hibája
Bemenő érzékenység	20 Hz-ig: 100 mV...50 V 20 Hz felett: 50 mV...50 V
Bemenő impedancia	100 kohm, 40 pF
Időalap	
frekvenciája	5 MHz
stabilitása	$5 \cdot 10^{-8}$
Mérőpontok száma	10^6

Digitális frekvencia- és időmérő, HB 211 típus.

Ferisol gyártmány

Frekvenciamérőként:	
méréstartomány:	A bemeneten DC...50 MHz B bemeneten 1 Hz...50 MHz
pontosság	\pm az időalap hibája ± 1 digit
kapuidő	1 μ s...10 s
bemenő érzékenység	A bemeneten 50 mV...100 V B bemeneten 100 mV...100 V
bemenő impedancia	1 Mohm, 15 pF
impulzus esetén a legkisebb szélesség	10 ns
Periódusidőmérőként:	
méréstartomány:	1 periódus esetén DC...1 MHz 10^n periódus esetén ($n=1...7$) DC...10 MHz
pontosság	\pm az indítás hibája \pm az időalap hibája ± 1 digit
Frekvenciaarány-mérőként:	
A bemenet adatai	mint frekvenciamérőként
B bemenet	
frekvenciatartománya	10 Hz...10 MHz
érzékenysége	50 mV...15 V
impedanciája	100 kohm, 20 pF
Számlálóként:	
kapacitás	10^7 impulzus
legkisebb ismétlődési idő	20 ns
Frekvenciaetalonként:	
fix frekvenciák	10^n Hz ($n=-1...6$)
négyzögjel amplitúdója	1 V
kimenő impedancia	10 ohm
Időmérőként:	1 μ s... 10^8 s

Időalap:

frekvenciája	5 MHz
stabilitása	$1 \cdot 10^{-6}$
Mérőpontok száma	10^7
Méréstartomány kiterjeszthető a HDB 100 típus előszámlálóval	
Méréstartomány	1 MHz...250 MHz
Bemenő érzékenység	100 mV...3 V
Pontosság	\pm a frekvenciamérő pontossága ± 2 digit
Mérőpontok száma	10^{10}

Kompenszográf, EZ 11 típus.

KOVO gyártmány

Méréshatárok	100 μ V...5 mV (6 sávban)
Pontosság	$\pm 0,4\%$ $\pm 1,5 \mu$ V
Bemenő impedancia	200 kohm
Futási idő	2 s
Papírszélesség	270 mm
Papírsebesség	10 mm/h...180 mm/min

Kompenszográf, BD 8 típus.

Kipp—Zonen gyártmány

Méréshatárok	0,5 mV...100 V (7 sávban)
Pontosság	$\pm 0,3\%$
Bemenő impedancia	1...500 Mohm
Futási idő	0,8 s
Papírszélesség	200 mm
Papírsebesség	0,5...500 mm/min

Kompenszográf, 135-4 típus.

Varian—Tehttron gyártmány

Méréshatárok	10 mV...50 V (12 sávban)
Pontosság	$\pm 0,5\%$
Bemenő impedancia	1 Mohm
Írássebesség	300 mm/s
Papírszélesség	250 mm
Papírsebességek	2 cm/h...16 cm/min

Kétsatornás kompenzográf, A-25 típus.

Varian—Aerograph gyártmány

Méréshatárok	1 mV...1 V (10 sávban)
Pontosság	$\pm 0,15\%$
Bemenő impedancia	1 Mohm
Futási idő	0,5 s
Papírszélesség	32 cm
Papírsebesség	2 cm/h...20 cm/min

SERVOTRACE kétsatornás kompenzográf, PED 1-10 típus.

Sefram gyártmány

Méréshatárok	1 mV...1 V (10 sávban)
Pontosság	$\pm 0,25\%$ $\pm 1 \mu$ V
Bemenő impedancia	70 Mohm
Futási idő	0,4 s
Papírszélesség	250 mm
Papírsebesség	0,5...500 mm/min

Kétcsatornás FM mérőmagnetofon, 7001 típ.

Brüel—Kjaer gyártmány

Frekvenciatartományok:

38,1 mm/s sebességnél	DC ... 500 Hz
152,4 mm/s sebességnél	DC ... 2 kHz
381 mm/s sebességnél	DC ... 5 kHz
1524 mm/s sebességnél	DC ... 20 kHz

Vivőfrekvenciák:

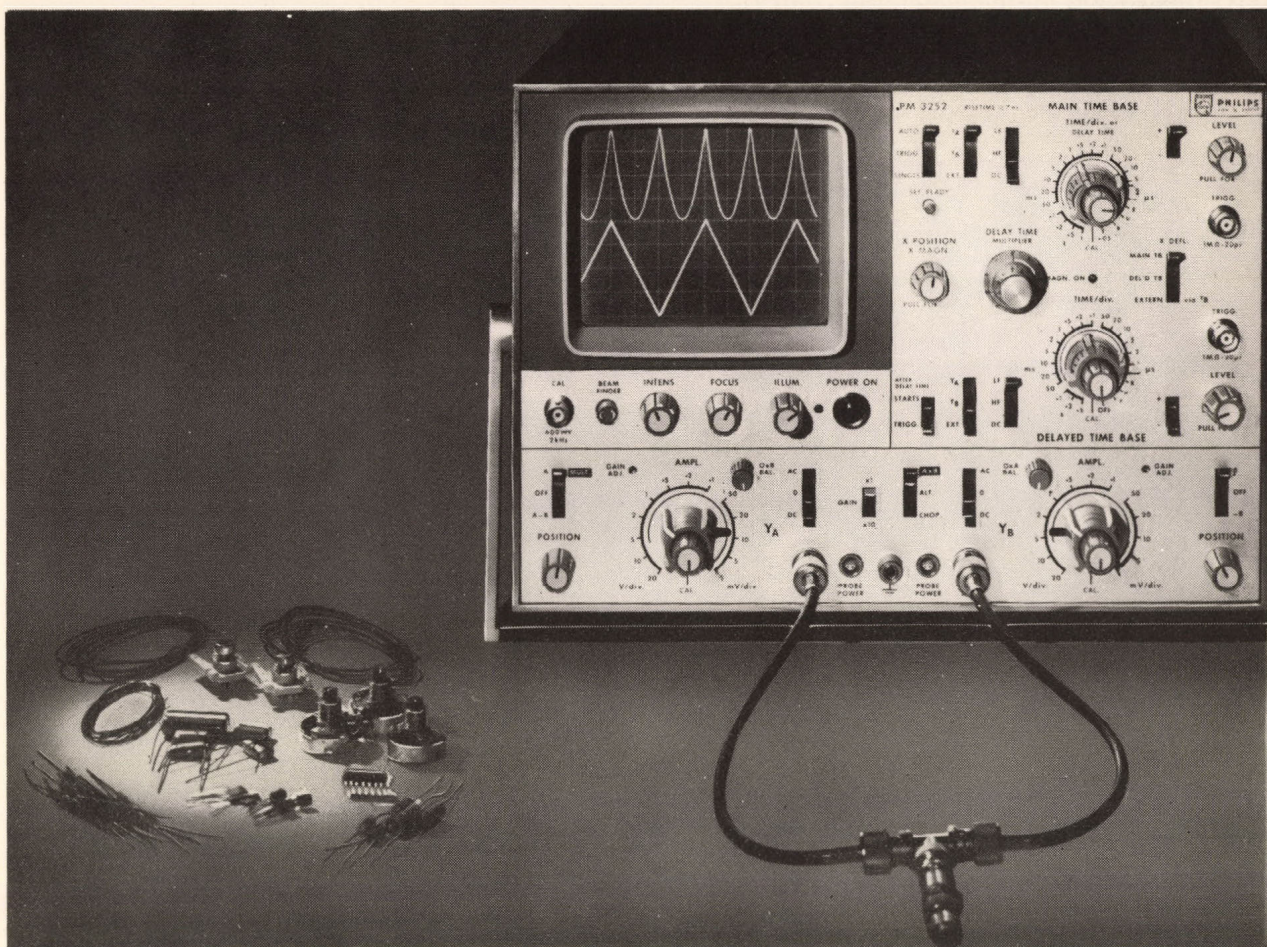
38,1 mm/s sebességnél	2,7 kHz
152,4 mm/s sebességnél	10,8 kHz

381 mm/s sebességnél	27 kHz
1524 mm/s sebességnél	108 kHz

Felfutási idők:

38,1 mm/s sebességnél	1200 μ s
152,4 mm/s sebességnél	300 μ s
381 mm/s sebességnél	120 μ s
1524 mm/s sebességnél	30 μ s

Bemenő szint	$\pm 1,4$ V
Bemenő osztó	0 ... 28 dB
Bemenő impedancia	20 kohm, 100 pF
Kijövő szint	$\pm 1,4$ V
Kijövő impedancia	150 ohm

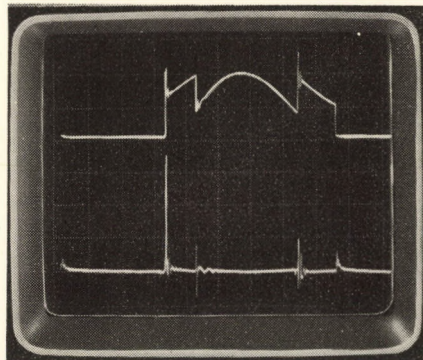


Uj közvetlen szorzási módszer tranziensek vizsgálatára

A Philips PM 3252 típusú oszcilloszkópja alkalmas 25 MHz sávszélességig *szorzó üzemmódban* két villamos paraméter szorzásánál. A korábbi szorzatképzési módszerekkel a teljesítmény tranziensek vizsgálatánál csak mintegy 1 MHz körüli sávszélességet lehetett elérni.

Teljesítmény-méréshatárok (áram x feszültség) μW -tól MW-ig terjednek.

A készülék a bemenő jelek fáziskülönbségeit is kijelzi nagy pontosság és sávszélesség mellett.



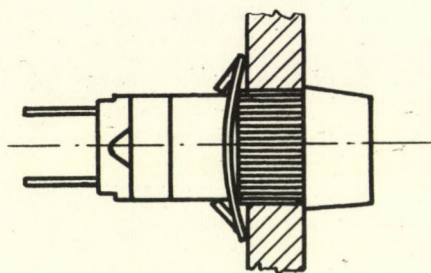
Ezenkívül dinamikus fázismérésre, mechanikai terhelésmérésekre is alkalmas. Külön előnye, hogy a pillanatnyi vagy a középérték megjelenítése mellett lehetőséget nyújt külső voltmérőn való kijelzésre, ill. regisztrálón történő rögzítésre.

A gyors, monolitikus integrált áramkörök révén 40 MHz sávszélességig ns időtartamú csúcsok is észlelhetők! Részletesebb tájékoztatásért, prospektusért forduljon levélben a következő címre:



Philips Industries
Dept.: PIT-Export
Eindhoven, The Netherlands

PHILIPS



alacsony-hengeres
 magas-hengeres
 alacsony-négyzetes
 magas-négyzetes

fehér -
 piros -
 sárga -

MINIATŰR JELZŐLÁMPA HÁLÓZATI FESZÜLTSÉGRE típusjel: HLJ 221-224

Műszaki adatok:

Névleges feszültség	220 V _{eff}
Áramfelvétel	0,3 mA
Kábelsaru	A 2,8x1 (DIN 46.247, 1-es lap)
Környezeti üzemi hőmérséklet	max. 70 °C

Erősáramú elektromos berendezések, vezérlő rendszerek, elektronikus műszerek és berendezések műszerfalain, vezérlőasztalain alkalmazható. Kis méretei sokoldalú felhasználást tesznek lehetővé. A hálózati feszültségre kialakított jelzőlámpa felépítésében megegyezik az LJ 201 típussal. Különbség, hogy az izzó nem foglalatba helyezett cserélhető kivitelű, hanem gyárilag beforrasztott állapotban kerül szállításra. Az érintkező kivezetések rugózó, kábelsarus csatlakoztatásra alkalmasak, de forrasztásos vezetékbekeötés is lehetséges.

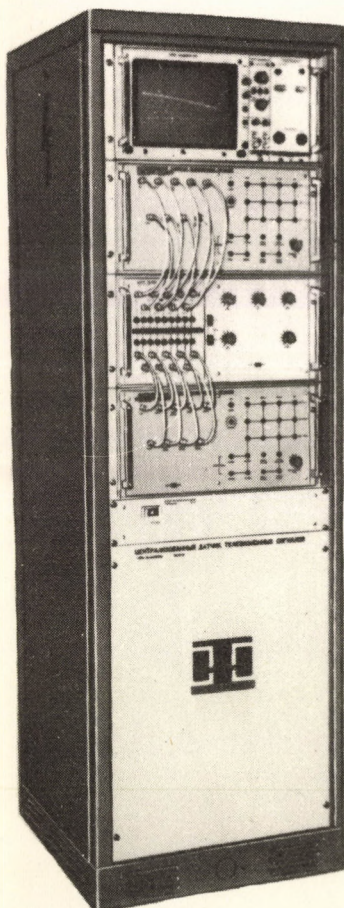
Gyártó:

1725 Budapest,
 (Pesterzsébet 1.) Pf 16.
 Telefon: 279-200
 Telex: 22-4399

KONTAKTA
ALKATRÉSZGYÁR

HIRADÁSTECHNIKA SZÖVETKEZET

KÖZPONTI TV HANGOLÓ BERENDEZÉS



A TV vevőkészülékek szalagszerű gyártásának előnyei csak abban az esetben érvényesülhetnek teljes mértékben, ha az elektromos szerelési munkákat a különböző fázisokban szükséges ellenőrző és beállító mérések kísérik. Erre a célra szolgál a

HIRADÁSTECHNIKA SZÖVETKEZET

új terméke: a

KÖZPONTI TV HANGOLÓ BERENDEZÉS.

A nagyberendezés által előállított 10 főjellel és 5 segédjellel a vevőkészülékek kép- és hangközépfrekvenciás, valamint automatikus frekvencia szabályozó áramköröit lehet behangolni. A jeleket a munkahelyekre elosztó hálózaton keresztül juttatják el. A berendezés 50–60 munkahely ellátására alkalmas. A mérések eredménye a munkahelyi *wobbler* indikátor képernyőjén pontosan leolvasható.

A berendezés fő része a *központi TV jeladó*, amely wobbler indikátorból, szignálgenerátorból, átkapcsoló fiókból, meleg-tartalék generátorból, ventilátor fiókból és kábelszekrényből áll. Az *elosztó hálózat* a központi TV jeladó generátora által előállított 10 fő- és 5 segédjellel a munkahelyekre juttatását főelosztó vonalakon végzi. Általában háromféle elosztó dobozt használnak, amelyek nagyfrekvenciás, videofrekvenciás és hang-frekvenciás jelek továbbítására szolgálnak.

Egy elosztó 6 munkahely ellátását biztosítja.

A központi jeladó egységei közül még a *szignálgenerátorról* külön is kell szólnunk. A generátor szovjet, európai és amerikai szabvány szerinti változatban készül; ezek cserélhetők. A generátor a következő jeleket állítja elő:

- kártyaáramkör vezérlő jelek;
- 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz szinuszjelek;
- 1 kHz szinuszjel a KF vivőfrekvencia modulálására;
- hang KF és kép KF jelek;
- video wobbler jel;
- AFC jel;
- segédjelek, szinkronizáló és markerjelek.

A jelek szintje, ideje, amplitúdója, lökete és centerezése beállítható.

HIRADÁSTECHNIKA SZÖVETKEZET

1400 Budapest, Pf. 23

Forgalomba hozza: **MIGÉRT**

Exportálja: **METRIMPEX – ELEKTROIMPEX**

ISMERI ÖN

a kooperációs kölcsönzés

ELŐNYEIT

Időlegesen nem használt műszereit Szolgálatunk kölcsönzési díj ellenében továbbkölcsönzésre átveszi.

A bérleti díj fejében kívánságra más műszereket kölcsönözhet!

Ügyintézőnk:

Tel.: 181-400

FOTO OPTIKA sz

IPARI SZÖVETKEZET

MŰSZERJAVÍTÁSOK A FOTO-OPTIKA IPARI SZÖVETKEZET MŰSZERJAVÍTÓ RÉSZLEGEIBEN

- Mikroszkópok
- Fotométerek
- Spektrálfotométerek
- Geodéziai műszerek
- Finommérő műszerek
- Ultrahangos anyagvizsgálók
- Olympus gyártmányú gasztroendoszkópos műszerek
- Hangos vetítők

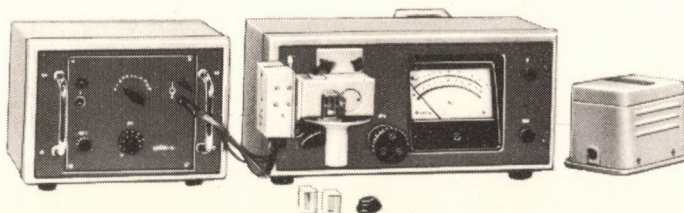
Telephelyek:

XII., Normafa utca 1. Telefon: 166-685

VIII., Üllői út 68. 134-273

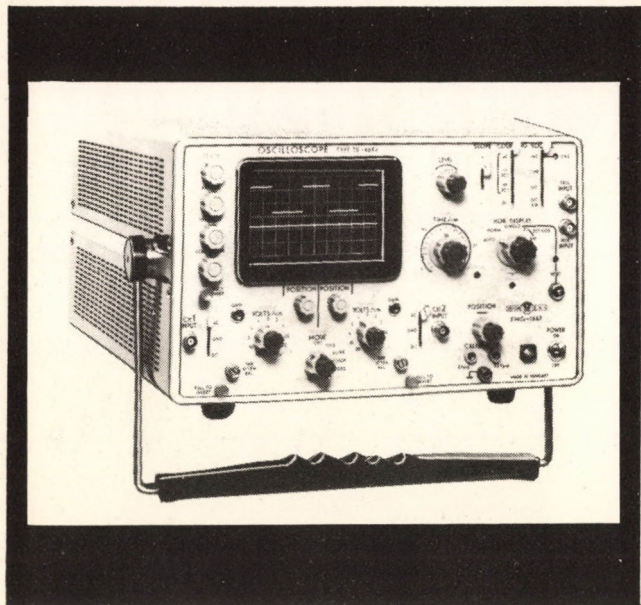
V., Váci utca 84. 180-676

A MŰSZEREK SZAKSZERŰ JAVÍTÁSÁT A GYÁRTÓMŰVEKNÉL KIKÉPZETT SPECIALISTÁK VÉGIK



ORION  E M G

E L E K T R O N I K U S M É R Ő K É S Z Ű L É K E K G Y Á R A



Gyárt:

elektronikus mérőkészülékeket

alacsonyfrekvenciás generátorokat

szignálgenerátorokat

impulzusgenerátorokat

digitális feszültségmérőket

oszilloszkópokat

digitális frekvencia- és időmérőket

váltakozóáramú stabilizátorokat

elektronikus orvosi vizsgáló készülékeket

elektrokardiográfot

polifiziográfokat

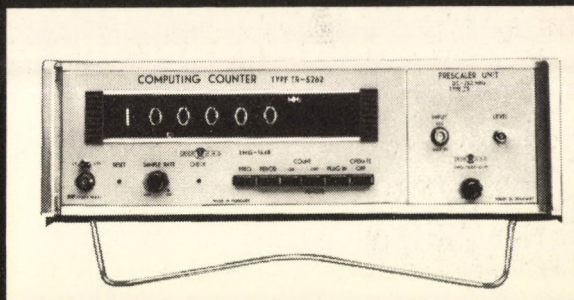
elektroencefalográfokat

sokcsatornás analízátorokat

logikai áramköri sorozatokat

digitális asztali számológépeket

digitális számítógépeket



Telex:
22-45-35

EMG

Elektronikus Mérőkészülékek Gyára

1163 Budapest, Cziráky u. 26-32. • Telefon: 837-950

**idősűrtés?
időlassítás?
FILMEZÉS MIKROSZKÓPPAL?
KÜLÖNLEGES FILMTECHNIKA?**

Korszerű felszereléssel,
gyakorlott szakemberekkel
készséggel állunk rendelkezésükre!

MTA

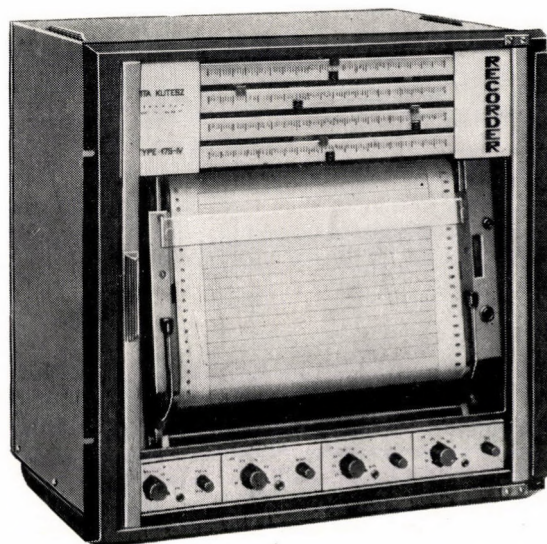
Műszerügyi és Méréstechnikai
Szolgálat • Kutatófilm Osztály

V. Akadémia u. 11
Tel. : 116-820 • 121-319

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

Magyar Tudományos Akadémia Kutatási Eszközök Kivitelező Vállalata

Budapest XIV., Komócsy u. 29/31.
Anyag- és Áruforgalmi Főosztály: 632-450.



VONALIRÓ

TIP • 175



Laboratóriumi, kémiai, orvosi, biológiai, mezőgazdasági kutató eszközök, üvegtechnikai készülékek készítése.

VONALIRÓ, tip.: 175

Mind laboratóriumi, mind üzemi körülmények között több — egymástól független — egyenáramú jel regisztrálására alkalmas. A mérési eredmények rögzítése egyazon regisztráló papírra történik, így a különböző mérendő mennyiségek egymáshoz való viszonya minden időpillanatban megállapítható.

Megfelelő mérőátalakítók felhasználásával különféle fizikai, kémiai paraméterek egyidejű mérésére és regisztrálására alkalmas. A mérőcsatornák egymástól független felépítése lehetővé teszi bonyolult kölcsönhatások vizsgálatát, ahol a mérendő jeleket különböző mérőátalakítók szolgáltatják.

Teljesen tranzistorizált kivitelű, és azonos geometriai méretekben egy-, két-, három- és négycsatornás kivitelben készül.

Műszaki adatok:

Méréshatár: 1, 10, 100 mV; 1, 10, 100 V.

Pontosság: $\pm 0,5\%$

Érzéketlenség: 0,2%

Bemeneti ellenállás: 1 mV-os állásban: potenciométrikus (kb. 50 kohm—25 Mohm); 10, 100 mV-os állásban: potenciométrikus (kb. 100 kohm—50 Mohm); 1, 10, 100 V-os állásban: 1 Mohm állandó.

Forrásellenállás: max. 50 kohm.

Vonatkoztatás: hőfokkompenzált zener-diódás tápegység.

Zavarenyomás: 50 Hz-re: min. 40 dB.

Nulla eltolás: $-100 - +100\%$.

Írószerkezet végigfutási ideje: 1 s.

Skálahossz: 250 mm.

Papírtovábbítás sebessége: 60, 120, 180, 240, 300, 1800, 3600, 5400, 7200, 9000 mm/h.

Hálózati feszültség: 220 V $\pm 10\%$; 50 Hz.

Teljesítmény felvétel: kb. 100 W.

Környezeti hőmérséklet: 10—35 °C.

Külméret: 482x496x445 mm.

Súly: kb. 45 kp.

A változtatás jogát fenntartjuk!

radelkis AC-DC POLAROGRAPH OH-103

257



TELITALÁLAT AZ ELEKTROKEMIÁBAN

VEVŐSZOLGÁLAT



688-452

Olyan egyszerű, könnyen kezelhető és olcsó, mint egy
analitikai rutínműszer

DE

érzékenysége (a váltakozóáramú üzemmód folytán) és
elválasztó képessége (a második harmonikus üzemmód folytán)
egy nagyságrenddel a hagyományos polarográfok fölé emeli